OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO

ANNUARIO 1983

PREMESSA

Il presente Annuario continua anche per il 1983 *la serie avviata nel* 1968, *e mantiene lo schema consueto.*

I dati relativi al sorgere e tramontare del sole e della luna nonché gli istanti di passaggio del sole al meridiano locale sono stati dedotti dal nostro centro di calcolo mediante il programma gentilmente messo a nostra disposizione dal prof. A. Kranjc, direttore dell'Osservatorio Astronomico di Brera in Milano.

Seguono la consueta relazione del direttore sull'attività dell'Osservatorio, nonché alcuni articoli, che speriamo possano interessare il lettore, cui rivolgiamo anche questa volta i nostri sinceri auguri per un sereno 1983.

L'Osservatorio Astronomico di Torino

CRONOLOGIA

L'anno 1983 corrisponde al 6696mo anno del periodo giuliano. Più precisamente, alle ore 12 di tempo universale del 1° Gennaio comincerà il 2.445.336^{mo} giorno dall'inizio di questa cronologia, introdotta ad uso esclusivo degli astronomi per una più facile collocazione degli eventi celesti.

Il 14 Gennaio comincerà l'anno secondo il calendario giuliano, in vigore prima della riforma gregoriana. Il 1983 sarà il 2736mo dalla fondazione di Roma e, a partire dall'8 Ottobre, il 1404mo anno dell'era maomettana (Egira). Infine, l'8 Settembre comincerà l'anno 5744mo del calendario ebraico moderno.

COMPUTO ECCLESIASTICO GREGORIANO

Lettera domenicale	B
Epatta	16
Numero d'oro (ciclo lunare)	VIII
Ciclo solare	4

FESTE MOBILI

Settuagesima	30 Gennaio	Ascensione	12 Maggio
Le Ceneri	16 Febbraio	Pentecoste	22 Maggio
Pasqua di Res.	3 Aprile	1ª Dom. dell'Avv.	27 Novembre

Coordinate dell'Osservatorio Astronomico di Torino
a Pino Torinese

(*Riflettore astrometrico REOSC*)

Longitudine . . . . $\lambda = 0^h31^m05^s,95$ Est (da Greenwich)

Latitudine . . . . $\varphi = 45^\circ02'16'',3$ Nord

Quota . . . . q = 622 m sul livello del mare

Calendario ed effemeridi del Sole e della Luna

Le ore indicate nel presente annuario sono in Tempo Medio dell'Europa Centrale (T.M.E.C.). Nel periodo di applicazione dell'ora legale, si aggiunga un'ora ai tempi segnati.

Nota - I dati del sorgere e tramontare del Sole e della Luna, nonchè l'ora siderale a 0^h di ciascun giorno (che quest'anno abbiamo inserito nelle Tabelle in sostituzione della data giuliana), sono calcolati per l'Osservatorio di Pino Torinese. Per ottenere, con sufficiente approssimazione, gli analoghi dati relativamente ai capoluoghi di provincia del Piemonte e della Val d'Aosta, si applichi la correzione Δ, riportata nell'ultima colonna della seguente tabella, arrotondando al minuto intero. Per avere l'istante della culminazione del Sole, occorre invece applicare il valore esatto della correzione stessa.

TABELLA

Capoluogo	Latitudine φ	Longitudine λ	Correzione Δ
Torino (Pal. Madama)	45°04'14"N	$0^h30^m44^s$E	$+0^m22^s$
Alessandria	44 51 51	0 34 27	—3 21
Aosta	45 44 15	0 29 16	+1 50
Asti	44 54 01	0 32 49	—1 43
Cuneo	44 23 33	0 30 12	+0 54
Novara	45 26 54	0 34 28	—3 22
Vercelli	45 19 46	0 33 41	—2 35

La corrispondenza fra la data del calendario e quella giuliana (a 0^h del 1° giorno di ciascun mese) è la seguente:

	2445..		2445..		2445..		2445..
Gen	335.5	Apr	425.5	Lug	516.5	Ott	608.5
Feb	366.5	Mag	455.5	Ago	547.5	Nov	639.5
Mar	394.5	Giu	486.5	Set	578.5	Dic	669.5

GENNAIO 1983

Data		Ora sid. loc. a 0h TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	S	6	11	17	8	8	12	32	18	16	57	19	27	9	59
2	D	6	15	13		8		32	46		58	20	46	10	42
3	L	6	19	10		8		33	14		59	22	2	11	16
4	M	6	23	6		8		33	42	17	0	23	15	11	45
5	M	6	27	3		7		34	9		1	—	—	12	10
6	G	6	30	59		7		34	36		2	0	25	12	34
7	V	6	34	56		7		35	2		3	1	33	12	58
8	S	6	38	52		7		35	28		4	2	39	13	23
9	D	6	42	49		7		35	53		5	3	44	13	50
10	L	6	46	46		6		36	18		7	4	48	14	21
11	M	6	50	42		6		36	42		8	5	49	14	57
12	M	6	54	39		6		37	6		9	6	47	15	39
13	G	6	58	35		5		37	29		10	7	39	16	28
14	V	7	2	32		5		37	51		11	8	25	17	22
15	S	7	6	28		4		38	13		13	9	4	18	21
16	D	7	10	25		4		38	34		14	9	38	19	22
17	L	7	14	21		3		38	54		15	10	7	20	25
18	M	7	18	18		2		39	14		16	10	32	21	28
19	M	7	22	15		2		39	33		18	10	55	22	32
20	G	7	26	11		1		39	51		19	11	18	23	37
21	V	7	30	8		0		40	8		20	11	40	—	—
22	S	7	34	4	8	0		40	25		22	12	5	0	44
23	D	7	38	1	7	59		40	41		23	12	32	1	53
24	L	7	41	57		58		40	56		24	13	5	3	6
25	M	7	45	54		57		41	11		26	13	46	4	21
26	M	7	49	50		56		41	24		27	14	38	5	34
27	G	7	53	47		55		41	37		29	15	42	6	43
28	V	7	57	44		54		41	49		30	16	56	7	43
29	S	8	1	40		53		42	0		32	18	15	8	31
30	D	8	5	37		52		42	10		33	19	35	9	10
31	L	8	9	33	7	51		42	20	17	34	20	53	9	43

Fasi lunari: U.Q. il 6 a $05^h\ 00^m$; P.Q. il 22 a $06^h\ 33^m$;
L.N. il 14 a $06^h\ 08^m$; L.P. il 28 a $23^h\ 26^m$.

Luna apogea il 14 a 06^h; perigea il 28 a 12^h.
Il crepuscolo civile dura 33^m circa.

FEBBRAIO 1983

Data		Ora sid. loc. a 0ʰ TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	M	8	13	30	7	50	12	42	29	17	36	22	8	10	10
2	M	8	17	26		49		42	37		37	23	19	10	36
3	G	8	21	23		47		42	44		39	—	—	11	0
4	V	8	25	19		46		42	50		40	0	28	11	25
5	S	8	29	16		45		42	55		42	1	35	11	52
6	D	8	33	13		44		43	0		43	2	40	12	22
7	L	8	37	9		42		43	4		44	3	42	12	57
8	M	8	41	6		41		43	7		46	4	41	13	37
9	M	8	45	2		40		43	9		47	5	35	14	23
10	G	8	48	59		38		43	10		49	6	23	15	16
11	V	8	52	55		37		43	11		50	7	4	16	14
12	S	8	56	52		35		43	11		52	7	40	17	15
13	D	9	0	48		34		43	10		53	8	10	18	17
14	L	9	4	45		32		43	9		54	8	36	19	21
15	M	9	8	42		31		43	6		56	9	0	20	25
16	M	9	12	38		29		43	3		57	9	23	21	29
17	G	9	16	35		28		42	59	17	59	9	45	22	35
18	V	9	20	31		26		42	55	18	0	10	8	23	43
19	S	9	24	28		25		42	50		2	10	34	—	—
20	D	9	28	24		23		42	44		3	11	3	0	53
21	L	9	32	21		22		42	37		4	11	40	2	5
22	M	9	36	17		20		42	30		6	12	25	3	16
23	M	9	40	14		18		42	22		7	13	21	4	25
24	G	9	44	11		17		42	14		9	14	28	5	27
25	V	9	48	7		15		42	5		10	15	44	6	19
26	S	9	52	4		13		41	55		11	17	4	7	2
27	D	9	56	0		12		41	45		13	18	24	7	37
28	L	9	59	57	7	10		41	35	18	14	19	41	8	7

Fasi lunari: U.Q. il 4 a 20ʰ 17ᵐ; L.N. il 13 a 01ʰ 32ᵐ; P.Q. il 20 a 18ʰ 32ᵐ; L.P. il 27 a 09ʰ 58ᵐ.

Luna apogea il 10 a 09ʰ, perigea il 25 a 23ʰ.
Il crepuscolo civile dura circa 30ᵐ.

MARZO 1983

Data		Ora sid. loc. a 0h TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	M	10	3	53	7	8	12	41	23	18	15	20	56	8	34
2	M	10	7	50		6		41	12		17	22	9	8	59
3	G	10	11	46		5		40	59		18	23	19	9	25
4	V	10	15	43		3		40	47		20	—	—	9	51
5	S	10	19	40	7	1		40	33		21	0	27	10	20
6	D	10	23	36	6	59		40	20		22	1	32	10	54
7	L	10	27	33		57		40	6		24	2	33	11	32
8	M	10	31	29		56		39	51		25	3	30	12	17
9	M	10	35	26		54		39	36		26	4	20	13	8
10	G	10	39	22		52		39	21		28	5	4	14	4
11	V	10	43	19		50		39	6		29	5	41	15	4
12	S	10	47	15		48		38	50		30	6	12	16	7
13	D	10	51	12		46		38	34		31	6	40	17	11
14	L	10	55	9		45		38	17		33	7	4	18	16
15	M	10	59	5		43		38	1		34	7	27	19	21
16	M	11	3	2		41		37	44		35	7	49	20	27
17	G	11	6	58		39		37	27		37	8	12	21	35
18	V	11	10	55		37		37	9		38	8	37	22	45
19	S	11	14	51		35		36	52		39	9	5	23	56
20	D	11	18	48		33		36	34		41	9	39	—	—
21	L	11	22	44		31		36	16		42	10	20	1	8
22	M	11	26	41		30		35	58		43	11	11	2	16
23	M	11	30	38		28		35	40		44	12	12	3	19
24	G	11	34	34		26		35	22		46	13	23	4	13
25	V	11	38	31		24		35	4		47	14	39	4	57
26	S	11	42	27		22		34	46		48	15	57	5	34
27	D	11	46	24		20		34	28		50	17	15	6	5
28	L	11	50	20		18		34	9		51	18	31	6	33
29	M	11	54	17		16		33	51		52	19	45	6	58
30	M	11	58	13		15		33	33		53	20	57	7	23
31	G	12	2	10	6	13		33	15	18	55	22	8	7	49

Fasi lunari: U.Q. il 6 a 14^h 16^m; P.Q. il 22 a 03^h 25^m;
L.N. il 14 a 18^h 43^m; L.P. il 28 a 20^h 27^m.

Luna apogea il 10 a 00^h; perigea il 25 a 23^h.
Il crepuscolo civile dura 29^m circa.
Equinozio di primavera il 21 a 05^h 39^m.

APRILE 1983

Data		Ora sid. loc. a 0^h TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	V	12	6	7	6	11	12	32	57	18	56	23	16	8	17
2	S	12	10	3		9		32	39		57	—	—	8	49
3	D	12	14	0		7		32	21		58	0	21	9	26
4	L	12	17	56		5		32	4	19	0	1	21	10	9
5	M	12	21	53		3		31	46		1	2	15	10	58
6	M	12	25	49		2		31	29		2	3	1	11	53
7	G	12	29	46	6	0		31	12		4	3	41	12	52
8	V	12	33	42	5	58		30	55		5	4	14	13	54
9	S	12	37	39		56		30	38		6	4	42	14	57
10	D	12	41	36		54		30	22		7	5	8	16	2
11	L	12	45	32		52		30	6		9	5	31	17	7
12	M	12	49	29		51		29	50		10	5	53	18	14
13	M	12	53	25		49		29	35		11	6	16	19	23
14	G	12	57	22		47		29	19		12	6	40	20	34
15	V	13	1	18		45		29	4		14	7	7	21	46
16	S	13	5	15		44		28	50		15	7	39	22	59
17	D	13	9	11		42		28	36		16	8	18	—	—
18	L	13	13	8		40		28	22		17	9	6	0	10
19	M	13	17	5		38		28	8		19	10	4	1	15
20	M	13	21	1		37		27	55		20	11	12	2	11
21	G	13	24	58		35		27	43		21	12	25	2	58
22	V	13	28	54		33		27	31		22	13	41	3	36
23	S	13	32	51		32		27	19		24	14	56	4	7
24	D	13	36	47		30		27	8		25	16	11	4	35
25	L	13	40	44		29		26	57		26	17	24	5	0
26	M	13	44	40		27		26	47		27	18	36	5	24
27	M	13	48	37		25		26	37		29	19	48	5	49
28	G	13	52	34		24		26	27		30	20	58	6	15
29	V	13	56	30		22		26	19		31	22	5	6	45
30	S	14	0	27	5	21		26	10	19	32	23	9	7	20

Fasi lunari: U.Q. il 5 a 09^h 38^m; L.N. il 13 a 08^h 58^m; P.Q. il 20 a 09^h 58^m; L.P. il 27 a 07^h 31^m.

Luna apogea il 6 a 19^h; perigea il 21 a 09^h.
Il crepuscolo civile dura 31^m circa.

MAGGIO 1983

Data		Ora sid. loc. a 0^h TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	D	14	4	23	5	19	12	26	3	19	34	—	—	8	1
2	L	14	8	20		18		25	55		35	0	6	8	48
3	M	14	12	16		16		25	49		36	0	56	9	41
4	M	14	16	13		15		25	43		37	1	39	10	39
5	G	14	20	9		13		25	37		39	2	14	11	40
6	V	14	24	6		12		25	32		40	2	44	12	42
7	S	14	28	3		11		25	27		41	3	11	13	46
8	D	14	31	59		9		25	24		42	3	34	14	51
9	L	14	35	56		8		25	20		44	3	56	15	57
10	M	14	39	52		7		25	17		45	4	18	17	5
11	M	14	43	49		5		25	15		46	4	41	18	15
12	G	14	47	45		4		25	14		47	5	7	19	28
13	V	14	51	42		3		25	13		48	5	37	20	43
14	S	14	55	38		2		25	12		49	6	14	21	58
15	D	14	59	35	5	1		25	12		51	7	0	23	7
16	L	15	3	32	4	59		25	13		52	7	56	—	—
17	M	15	7	28		58		25	14		53	9	2	0	8
18	M	15	11	25		57		25	16		54	10	15	0	58
19	G	15	15	21		56		25	18		55	11	30	1	39
20	V	15	19	18		55		25	21		56	12	46	2	12
21	S	15	23	14		54		25	25		57	13	59	2	40
22	D	15	27	11		53		25	29		58	15	11	3	5
23	L	15	31	7		52		25	33	19	59	16	22	3	28
24	M	15	35	4		51		25	38	20	0	17	33	3	52
25	M	15	39	1		51		25	44		1	18	42	4	17
26	G	15	42	57		50		25	50		2	19	50	4	45
27	V	15	46	54		49		25	56		3	20	56	5	17
28	S	15	50	50		48		26	3		4	21	56	5	55
29	D	15	54	47		48		26	11		5	22	50	6	39
30	L	15	58	43		47		26	19		6	23	36	7	30
31	M	16	2	40	4	46		26	27	20	7	—	—	8	27

Fasi lunari: U.Q. il 5 a 04^h 43^m; P.Q. il 19 a 15^h 17^m;
L.N. il 12 a 20^h 25^m; L.P. il 26 a 19^h 48^m.

Luna apogea il 4 a 14^h; perigea il 16 a 17^h.
Il crepuscolo civile dura 32^m all'inizio e 36^m alla fine del mese.

GIUGNO 1983

Data		Ora sid. loc. a 0h TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	M	16	6	36	4	46	12	26	36	20	8	0	14	9	27
2	G	16	10	33		45		26	45		9	0	46	10	29
3	V	16	14	30		45		26	54		10	1	13	11	32
4	S	16	18	26		44		27	4		10	1	37	12	35
5	D	16	22	23		44		27	15		11	1	59	13	39
6	L	16	26	19		43		27	25		12	2	21	14	45
7	M	16	30	16		43		27	36		13	2	43	15	53
8	M	16	34	12		43		27	47		13	3	7	17	5
9	G	16	38	9		42		27	59		14	3	34	18	20
10	V	16	42	5		42		28	11		15	4	8	19	36
11	S	16	46	2		42		28	22		15	4	50	20	50
12	D	16	49	59		42		28	35		16	5	42	21	57
13	L	16	53	55		42		28	47		16	6	46	22	53
14	M	16	57	52		41		29	0		17	7	59	23	38
15	M	17	1	48		41		29	12		17	9	17	—	—
16	G	17	5	45		41		29	25		18	10	34	0	15
17	V	17	9	41		41		29	38		18	11	50	0	44
18	S	17	13	38		41		29	51		18	13	3	1	10
19	D	17	17	34		42		30	4		19	14	13	1	34
20	L	17	21	31		42		30	17		19	15	23	1	57
21	M	17	25	28		42		30	30		19	16	32	2	21
22	M	17	29	24		42		30	43		19	17	40	2	48
23	G	17	33	21		42		30	56		20	18	45	3	18
24	V	17	37	17		43		31	9		20	19	47	3	53
25	S	17	41	14		43		31	22		20	20	43	4	35
26	D	17	45	10		43		31	35		20	21	32	5	23
27	L	17	49	7		44		31	47		20	22	13	6	18
28	M	17	53	3		44		32	0		20	22	47	7	17
29	M	17	57	0		44		32	12		20	23	16	8	18
30	G	18	0	57	4	45		32	24	20	20	23	41	9	20

Fasi lunari: U.Q. il 3 a 22^h 07^m; P.Q. il 17 a 20^h 46^m;
L.N. l'11 a 05^h 37^m; L.P. il 25 a 09^h 32^m.

Luna apogea l'1 a 09^h e il 29 a 0^h; perigea il 13 a 07^h.
Il crepuscolo civile dura 37^m circa.
Solstizio d'estate il 22 Giugno a 0^h 09^m.

LUGLIO 1983

Data		Ora sid. loc. a 0^h TMEC			S O L E							L U N A			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	V	18	4	53	4	45	12	32	36	20	19	—	—	10	23
2	S	18	8	50		46		32	47		19	0	3	11	26
3	D	18	12	46		47		32	59		19	0	24	12	30
4	L	18	16	43		47		33	10		19	0	45	13	35
5	M	18	20	39		48		33	20		19	1	8	14	44
6	M	18	24	36		49		33	31		18	1	33	15	55
7	G	18	28	32		49		33	41		18	2	2	17	10
8	V	18	32	29		50		33	50		17	2	39	18	25
9	S	18	36	26		51		34	0		17	3	26	19	36
10	D	18	40	22		51		34	8		16	4	25	20	39
11	L	18	44	19		52		34	17		16	5	36	21	31
12	M	18	48	15		53		34	25		15	6	54	22	12
13	M	18	52	12		54		34	32		15	8	15	22	45
14	G	18	56	8		55		34	39		14	9	34	23	13
15	V	19	0	5		56		34	46		13	10	50	23	38
16	S	19	4	1		57		34	52		13	12	3	—	—
17	D	19	7	58		57		34	57		12	13	14	0	2
18	L	19	11	55		58		35	2		11	14	24	0	26
19	M	19	15	51	4	59		35	7		10	15	32	0	52
20	M	19	19	48	5	0		35	11		9	16	38	1	20
21	G	19	23	44		1		35	14		9	17	40	1	54
22	V	19	27	41		2		35	17		8	18	38	2	33
23	S	19	31	37		3		35	19		7	19	29	3	19
24	D	19	35	34		4		35	21		6	20	12	4	11
25	L	19	39	30		6		35	22		5	20	48	5	9
26	M	19	43	27		7		35	23		4	21	19	6	10
27	M	19	47	24		8		35	23		2	21	45	7	12
28	G	19	51	20		9		35	22		1	22	8	8	15
29	V	19	55	17		10		35	21	20	0	22	29	9	17
30	S	19	59	13		11		35	19	19	59	22	49	10	20
31	D	20	3	10	5	12		35	16		58	23	11	11	24

Fasi lunari: U.Q. il 3 a 13^h 12^m; P.Q. il 17 a 03^h 50^m;
L.N. il 10 a 13^h 18^m; L.P. il 25 a 00^h 27^m.

Luna perigea l'11 a 11^h; apogea il 26 a 08^h.
Il crepuscolo civile dura 37^m all'inizio e 35^m alla fine del mese.

AGOSTO 1983

Data		Ora sid. loc. a 0h TMEC			SOLE sorge		SOLE culmina			SOLE tramonta		LUNA sorge		LUNA tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	L	20	7	6	5	13	12	35	13	19	57	23	34	12	29
2	M	20	11	3		14		35	9		55	—	—	13	37
3	M	20	14	59		15		35	5		54	0	0	14	48
4	G	20	18	56		17		35	0		53	0	32	16	1
5	V	20	22	53		18		34	55		51	1	13	17	13
6	S	20	26	49		19		34	48		50	2	5	18	20
7	D	20	30	46		20		34	42		49	3	9	19	17
8	L	20	34	42		21		34	34		47	4	25	20	3
9	M	20	38	39		22		34	26		46	5	46	20	41
10	M	20	42	35		24		34	18		44	7	8	21	12
11	G	20	46	32		25		34	9		43	8	29	21	39
12	V	20	50	28		26		33	59		41	9	46	22	4
13	S	20	54	25		27		33	49		40	11	0	22	29
14	D	20	58	22		28		33	38		38	12	12	22	54
15	L	21	2	18		30		33	27		37	13	22	23	22
16	M	21	6	15		31		33	15		35	14	30	23	54
17	M	21	10	11		32		33	3		33	15	34	—	—
18	G	21	14	8		33		32	50		32	16	34	0	32
19	V	21	18	4		34		32	37		30	17	26	1	16
20	S	21	22	1		35		32	23		28	18	12	2	6
21	D	21	25	57		37		32	8		27	18	50	3	2
22	L	21	29	54		38		31	54		25	19	22	4	2
23	M	21	33	51		39		31	38		23	19	49	5	4
24	M	21	37	47		40		31	23		22	20	13	6	7
25	G	21	41	44		41		31	7		20	20	34	7	10
26	V	21	45	40		43		30	50		18	20	55	8	13
27	S	21	49	37		44		30	33		16	21	15	9	16
28	D	21	53	33		45		30	16		15	21	37	10	21
29	L	21	57	30		46		29	58		13	22	2	11	27
30	M	22	1	26		47		29	40		11	22	31	12	36
31	M	22	5	23	5	49		29	22	19	9	23	7	13	46

Fasi lunari: U.Q. il 2 a 01^h 52^m; L.N. l'8 a 20^h 18^m; P.Q. il 15 a 13^h 47^m; L.P. il 23 a 15^h 59^m; U.Q. il 31 a 12^h 22^m.

Luna perigea l'8 a 20^h; apogea il 22 a 10^h.
Il crepuscolo civile dura 34^m all'inizio e 31^m alla fine del mese.

SETTEMBRE 1983

Data		Ora sid. loc. a 0^h TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	G	22	9	20	5	50	12	29	3	19	7	23	52	14	57
2	V	22	13	16		51		28	44		6	—	—	16	4
3	S	22	17	13		52		28	25		4	0	49	17	3
4	D	22	21	9		53		28	5		2	1	58	17	53
5	L	22	25	6		55		27	45	19	0	3	15	18	34
6	M	22	29	2		56		27	25	18	58	4	37	19	8
7	M	22	32	59		57		27	5		56	5	59	19	37
8	G	22	36	55		58		26	45		54	7	19	20	3
9	V	22	40	52	5	59		26	24		53	8	37	20	28
10	S	22	44	49	6	1		26	3		51	9	53	20	54
11	D	22	48	45		2		25	42		49	11	6	21	21
12	L	22	52	42		3		25	21		47	12	17	21	52
13	M	22	56	38		4		25	0		45	13	25	22	28
14	M	23	0	35		5		24	39		43	14	27	23	11
15	G	23	4	31		7		24	17		41	15	23	24	0
16	V	23	8	28		8		23	56		39	16	11	—	—
17	S	23	12	24		9		23	35		37	16	51	0	54
18	D	23	16	21		10		23	13		36	17	25	1	53
19	L	23	20	18		11		22	52		34	17	53	2	55
20	M	23	24	14		13		22	31		32	18	17	3	58
21	M	23	28	11		14		22	9		30	18	39	5	2
22	G	23	32	7		15		21	48		28	19	0	6	5
23	V	23	36	4		16		21	27		26	19	21	7	9
24	S	23	40	0		17		21	6		24	19	42	8	14
25	D	23	43	57		19		20	45		22	20	5	9	20
26	L	23	47	53		20		20	25		20	20	33	10	28
27	M	23	51	50		21		20	4		18	21	5	11	38
28	M	23	55	47		22		19	44		16	21	47	12	48
29	G	23	59	43		23		19	24		15	22	38	13	55
30	V	0	3	40	6	25		19	4	18	13	23	40	14	55

Fasi lunari: L.N. il 7 a 03^h 35^m; P.Q. il 14 a 03^h 24^m; L.P. il 22 a 07^h 36^m; U.Q. il 29 a 21^h 05^m.

Luna perigea il 6 a 06^h; apogea il 18 a 18^h.
Il crepuscolo civile dura 30^m circa.
Equinozio d'autunno il 23 a 15^h 42^m.

OTTOBRE 1983

Data		Ora sid. loc. a 0^h TMEC			SOLE sorge		SOLE culmina			SOLE tramonta		LUNA sorge		LUNA tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	S	0	7	36	6	26	12	18	44	18	11	—	—	15	47
2	D	0	11	33		27		18	25		9	0	52	16	30
3	L	0	15	29		28		18	6		7	2	10	17	5
4	M	0	19	26		30		17	48		5	3	31	17	35
5	M	0	23	22		31		17	29		3	4	51	18	2
6	G	0	27	19		32		17	11		1	6	9	18	27
7	V	0	31	16		33		16	54	18	0	7	27	18	52
8	S	0	35	12		35		16	37	17	58	8	43	19	18
9	D	0	39	9		36		16	20		56	9	57	19	48
10	L	0	43	5		37		16	3		54	11	9	20	23
11	M	0	47	2		39		15	48		52	12	15	21	3
12	M	0	50	58		40		15	32		51	13	15	21	50
13	G	0	54	55		41		15	17		49	14	7	22	44
14	V	0	58	51		42		15	3		47	14	51	23	42
15	S	1	2	48		44		14	49		45	15	27	—	—
16	D	1	6	45		45		14	36		44	15	56	0	44
17	L	1	10	41		46		14	23		42	16	22	1	47
18	M	1	14	38		48		14	11		40	16	44	2	50
19	M	1	18	34		49		14	0		38	17	5	3	53
20	G	1	22	31		50		13	49		37	17	25	4	57
21	V	1	26	27		52		13	38		35	17	46	6	3
22	S	1	30	24		53		13	29		33	18	9	7	9
23	D	1	34	20		54		13	20		32	18	35	8	18
24	L	1	38	17		56		13	12		30	19	6	9	29
25	M	1	42	14		57		13	4		29	19	45	10	40
26	M	1	46	10	6	58		12	57		27	20	33	11	49
27	G	1	50	7	7	0		12	51		25	21	32	12	52
28	V	1	54	3		1		12	46		24	22	40	13	46
29	S	1	58	0		2		12	41		22	23	54	14	30
30	D	2	1	56		4		12	37		21	—	—	15	7
31	L	2	5	53		5		12	34	17	19	1	12	15	37

Fasi lunari: L.N. il 6 a $12^h\ 06^m$; P.Q. il 13 a $20^h\ 42^m$; L.P. il 21 a $22^h\ 53^m$; U.Q. il 29 a $04^h\ 37^m$.

Luna perigea il 4 a 12^h; apogea il 16 a 09^h.
Il crepuscolo civile dura circa 30^m.

NOVEMBRE 1983

Data		Ora sid. loc. a 0^h TMEC			SOLE sorge		SOLE culmina			SOLE tramonta		LUNA sorge		LUNA tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	M	2	9	49	7	7	12	12	32	17	18	2	29	16	3
2	M	2	13	46		8		12	31		17	3	46	16	28
3	G	2	17	43		9		12	30		15	5	2	16	52
4	V	2	21	39		11		12	30		14	6	18	17	17
5	S	2	25	36		12		12	31		12	7	33	17	45
6	D	2	29	32		13		12	33		11	8	47	18	17
7	L	2	33	29		15		12	35		10	9	57	18	55
8	M	2	37	25		16		12	39		9	11	2	19	40
9	M	2	41	22		18		12	43		7	11	59	20	31
10	G	2	45	18		19		12	48		6	12	47	21	29
11	V	2	49	15		20		12	54		5	13	26	22	30
12	S	2	53	12		22		13	1		4	13	58	23	33
13	D	2	57	8		23		13	9		3	14	25	—	—
14	L	3	1	5		24		13	17		2	14	48	0	36
15	M	3	5	1		26		13	27		1	15	9	1	39
16	M	3	8	58		27		13	37	17	0	15	30	2	42
17	G	3	12	54		29		13	48	16	59	15	50	3	47
18	V	3	16	51		30		14	0		58	16	12	4	53
19	S	3	20	47		31		14	13		57	16	36	6	2
20	D	3	24	44		33		14	26		56	17	5	7	13
21	L	3	28	41		34		14	40		55	17	42	8	26
22	M	3	32	37		35		14	56		54	18	27	9	38
23	M	3	36	34		36		15	12		54	19	23	10	45
24	G	3	40	30		38		15	28		53	20	30	11	43
25	V	3	44	27		39		15	46		52	21	44	12	31
26	S	3	48	23		40		16	4		52	23	1	13	10
27	D	3	52	20		42		16	23		51	—	—	13	41
28	L	3	56	16		43		16	43		50	0	17	14	8
29	M	4	0	13		44		17	4		50	1	33	14	32
30	M	4	4	10	7	45		17	25	16	49	2	47	14	55

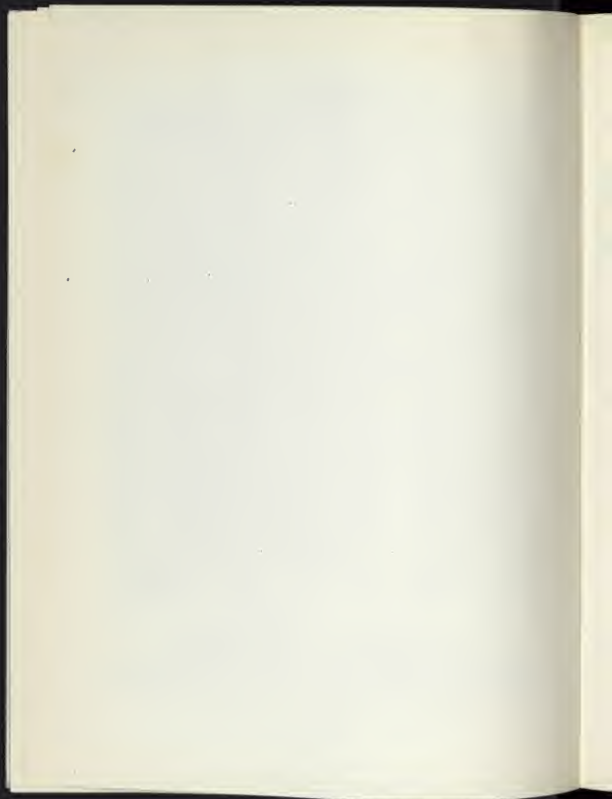
Fasi lunari: L.N. il 4 a 23^h 21^m; P.Q. il 12 a 16^h 49^m; L.P. il 20 a 13^h 29^m; U.Q. il 27 a 11^h 50^m.

Luna perigea il 1° a 04^h e il 26 a 03^h; apogea il 13 a 04^h.
Il crepuscolo civile dura 32^m circa.

DICEMBRE 1983

Data		Ora sid. loc. a 0^h TMEC			SOLE							LUNA			
					sorge		culmina			tramonta		sorge		tramonta	
		h	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*s*	*h*	*m*	*h*	*m*	*h*	*m*
1	G	4	8	6	7	46	12	17	47	16	49	4	1	15	19
2	V	4	12	3		47		18	9		49	5	14	15	45
3	S	4	15	59		49		18	32		48	6	27	16	14
4	D	4	19	56		50		18	56		48	7	39	16	49
5	L	4	23	52		51		19	20		48	8	46	17	30
6	M	4	27	49		52		19	45		47	9	47	18	19
7	M	4	31	45		53		20	11		47	10	40	19	15
8	G	4	35	42		54		20	36		47	11	23	20	16
9	V	4	39	39		55		21	3		47	11	58	21	18
10	S	4	43	35		56		21	30		47	12	27	22	21
11	D	4	47	32		57		21	57		47	12	52	23	24
12	L	4	51	28		58		22	25		47	13	13	—	—
13	M	4	55	25		58		22	53		47	13	33	0	27
14	M	4	59	21	7	59		23	21		47	13	53	1	30
15	G	5	3	18	8	0		23	50		48	14	13	2	34
16	V	5	7	14		1		24	19		48	14	36	3	41
17	S	5	11	11		2		24	48		48	15	3	4	51
18	D	5	15	8		2		25	17		48	15	35	6	3
19	L	5	19	4		3		25	47		49	16	17	7	17
20	M	5	23	1		3		26	17		49	17	10	8	28
21	M	5	26	57		4		26	46		50	18	15	9	33
22	G	5	30	54		5		27	16		50	19	29	10	27
23	V	5	34	50		5		27	46		51	20	47	11	10
24	S	5	38	47		5		28	16		51	22	6	11	44
25	D	5	42	43		6		28	46		52	23	23	12	13
26	L	5	46	40		6		29	16		52	—	—	12	38
27	M	5	50	37		7		29	45		53	0	38	13	1
28	M	5	54	33		7		30	15		54	1	51	13	24
29	G	5	58	30		7		30	44		55	3	3	13	48
30	V	6	2	26		7		31	13		56	4	15	14	16
31	S	6	6	23	8	7		31	42	16	56	5	25	14	48

Fasi lunari: L.N. il 4 a 13^h 26^m; P.Q. il 12 a 14^h 09^m; L.P. il 20 a 03^h 00^m; U.Q. il 26 a 19^h 52^m.

Luna apogea l'11 a 02^h; perigea il 22 a 19^h.
Il crepuscolo civile dura 34^m circa.
Solstizio d'inverno il 22 a 11^h 30^m.

Visibilità dei pianeti nel 1983

Mercurio sarà visibile al mattino, a Est, poco prima del sorgere del sole fra il 22 Gennaio e il 16 Marzo, ed anche fra il 21 Maggio e il 2 Luglio e infine fra il 23 Settembre e il 7 Ottobre. Tuttavia, alle nostre latitudini, il periodo migliore si avrà durante il prima settimana di Ottobre, all'alba. Invece, come astro della sera, Mercurio sarà visibile nella prima decade di Gennaio, dal 4 Aprile al 4 Maggio, dal 18 Luglio al 9 Settembre e infine dal 16 Novembre a Natale. Alle nostre latitudini, l'epoca di migliore osservabilità cade a metà Aprile.

La tabella I riporta le date di massima elongazione Est (serotino) ed ovest (mattutino), la magnitudine stellare e il diametro apparente in secondi d'arco. Ricordiamo che una candela (unità fotometrica di intensità luminosa) posta a 690 m di distanza corrisponde a una stella di magnitudine 0 e che 5 magnitudini *in più* corrispondono a un illuminamento 100 volte *minore*. Inoltre 1 secondo d'arco (1") equivale all'angolo sotteso da un segmento lungo 1 metro visto alla distanza di 206 km.

TABELLA I

Dati sulla visibilità di Mercurio

mattutino				serotino			
Data	Max elong. W	Magn.	Diam.	Data	Max elong. E	Magn.	Diam.
Feb 8	26°	+0.2	7".07	Apr 21	20°	+0.3	7".68
Giu 8	24	+0.7	8 .19	Ago 19	27	+0.5	7 .25
Ott 1	18	—0.1	7 .06	Dic 13	21	—0.3	6 .50

Venere brilla nel cielo vespertino dall'inizio dell'anno fino ad Agosto, quando sarà prospetticamente troppo vicina al sole per essere osservabile. A Settembre riapparirà nel cielo mattutino per tutto il resto dell'anno. La massima elongazione (angolo geocentrico fra Venere e il Sole) si avrà ad Est il 16 Giugno (45°) e ad Ovest il 4 Novembre (47°).

La tabella 2 riporta per l'inizio di ogni mese la elongazione di Venere, la sua magnitudine e il diametro apparente.

TABELLA II

Dati sulla visibilità di Venere

Data	Elong.	Magn.	Diam.	Data	Elong.	Magn.	Diam.
1 Gen	14° E	—3.4	10".25	1 Lug	45° E	—4.1	28".61
Feb	21	—3.3	10 .86	Ago	31	—4.0	45 .96
Mar	28	—3.4	11 .73	Set	13 W	—3.4	57 .37
Apr	34	—3.5	13 .27	Ott	40	—4.3	38 .52
Mag	40	—3.6	15 .75	Nov	46	—4.1	25 .43
Giu	45	—3.8	20 .26	Dic	45	—3.8	19 .00

Marte è visibile alla sera all'inizio dell'anno molto basso sull'orizzonte e per di più va avvicinandosi prospetticamente al Sole, fino a diventare inosservabile. Riapparirà alla fine di Luglio come astro del mattino, nei Gemelli per poi passare nella costellazione del Cancro, del Leone (molto vicino alla stella Regolo il 28 Settembre) e infine della Vergine.

Giove all'inizio dell'anno sorge assai prima del Sole e, col passare dei mesi, la sua visibilità diventa sempre più prolungata fino al 27 Marzo, quando sarà osservabile tutta la notte. Poi, continuando a sorgere e tramontare sempre più presto rispetto al Sole, diventerà un astro della sera e in Dicembre sarà in congiunzione col Sole per riapparire al mattino proprio alla fine dell'anno.

Saturno segue vicende simili a quelle del suo maggiore collega: visibile nella seconda parte della notte all'inizio dell'anno, sarà in opposizione al Sole e quindi osservabile tutta la notte il 21 Aprile (3 giorni dopo Plutone e poche settimane dopo Giove). Poi diventerà un astro della sera fino a metà Ottobre, per riapparire al mattino alla fine di Novembre.

Urano non lontano da Saturno, sarà in opposizione il 29 Maggio e resterà visibile alla sera fino a Novembre.

Nettuno sarà in opposizione il 19 Giugno e quindi ben osservabile in estate.

Da notare le seguenti *congiunzioni*, cioè avvicinamenti prospettici fra i vari pianeti. *Mercurio* in congiunzione con *Marte* il 9 Aprile e con *Giove* il 26 Novembre; *Venere* in congiunzione con *Mercurio* il 7 Gennaio e il 6 Agosto; con *Marte* il 18 Febbraio, il 14 Settembre e il 28 Ottobre; con *Saturno* il 17 Dicembre.

TABELLA III

Dati sulla visibilità dei pianeti superiori

	Opposizione	Dist. min.	Magn.
Marte	—	—	
Giove	Mag 27 a 23^h	4.340 u.a.	—2.1
Saturno	Apr 21 a 20	8.766	+0.4
Urano	Mag 29 a 02	17.933	5.8
Nettuno	Giu 19 a 18	29.250	7.7
Plutone	Apr 18 a 19	28.931	13.7
Piccoli pianeti			
Cerere	Ago 14	1.984 u.a.	7.4
Pallade	Lug 8	2.553	9.4
Giunone	Ott 24	1.051	7.4
Vesta	Dic 13	1.588	6.9

Come si sa, questi piccoli oggetti non sono sferici e quindi la luce che essi rimandano verso la Terra, varia mentre ruotano a seconda della superficie esposta al Sole.

Eclissi e occultazioni

Nel 1983 si verificheranno 4 eclissi, due di Sole e due di Luna. L'11 Giugno si avrà un'*eclisse totale di Sole*, visibile dall'oceano Indiano al Pacifico, sempre però a Sud dell'equatore. Toccherà le isole di Giava, Celebes e Borneo. La durata massima della totalità supererà i 5 minuti e il Sole sarà quasi 60° alto sull'orizzonte. Sarà seguita il 25 Giugno, da un'*eclisse parziale di Luna* invisibile per noi.

Il 4 Dicembre si avrà un'*eclisse anulare di Sole* visibile come tale in una lunga striscia di territorio che, partendo dall'Atlantico si dirige verso SE attraversa e ripiegando leggermente verso Nord l'Africa equatoriale fino al corno d'Africa. Anche questa eclisse di Sole sarà seguita, la notte fra il 19 e il 20 Dicembre da un'eclisse di Luna, così detta *penumbrale* perché dal nostro satellite naturale si vedrà il Sole solo in parte occultato dalla nostra Terra. Il fenomeno, assai poco rilevante per l'uomo della strada, sarà comunque osservabile anche da noi.

La Luna occulterà più volte il pianeta Giove; gli eventi osservabili a Torino avverranno il 26 Maggio alle 22^h, il 12 Settembre alle 19^h e il 10 Ottobre alle 12^h.

Attività dell'Osservatorio

La presente relazione si riferisce al periodo che va dal 1° Novembre 1981 al 31 Ottobre 1982 e si ricollega alla precedente relazione, stampata sull'Annuario 1982.

1. *Personale*

A seguito del concorso di cui si diceva nella precedente relazione, hanno preso servizio gli astronomi in prova Gian Luigi Bodo (1 Ottobre 1981), Maurizio Busso (28 Settembre 1981), Giuseppe Tanzella-Nitti (30 Settembre 1981) e Mario Di Martino (1 Marzo 1982). La dott.ssa Luciana Bianchi fruisce tuttora di una borsa di studio dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea) presso la stazione di Villafranca (Madrid), dove si occupa attivamente di ricerche stellari mediante satelliti in quella regione ultravioletta dello spettro che è osservabile soltanto al di fuori dell'atmosfera terrestre.

Sempre a seguito di concorso, hanno preso servizio i tecnici esecutivi L. Corcione, G. Massone, F. Porcu, F. Racioppi, A. Venezia e G. Volpicelli. Quest'ultimo ha interrotto il servizio per 5 mesi, dal 3 Maggio al 15 Ottobre 1982, durante i quali ha prestato servizio civile sostitutivo del servizio militare.

Il tecnico coadiutore A. Cellino, dopo aver conseguito la laurea in Fisica, ha lasciato temporaneamente il servizio in data 7 Ottobre 1982, per adempiere agli obblighi di leva. L'osservatorio è anche da tempo privo della collaborazione dei calcolatori R. Iervolino e F. Siciliano, i quali — in attesa di un trasferimento in qualche ufficio statale della Campania, da cui provengono — hanno chiesto un adeguato periodo di aspettativa.

2. *Attrezzature*

Come si riferisce in un articolo a sé stante su questo stesso Annuario, l'obiettivo visuale a tre lenti, avente 420 mm di apertura e 7 m di focale, è stato affidato alla Ditta S.I.L.O. di Firenze per effettuare quelle rettifiche alle superfici delle lenti, che sia le osservazioni sul cielo, sia gli esami di laboratorio avevano dimostrato indispensabili. Si procederà alla sua sistemazione, insieme con l'obiettivo fotografico di 380 mm di apertura e 6875 mm di focale, sulla montatura appositamente commissionata alla Ditta E. Mandelli di Collegno (To).

Prosegue ad opera della stessa Ditta la costruzione della montatura per il telescopio SPH/1060: sta realizzandosi la forcella; mentre lo Studio Tecnico Crova sta progettando la culatta su cui andrà appoggiato lo specchio principale.

Quanto alla collocazione di questo nuovo strumento, le circostanze sembrano propendere per la Val d'Aosta, ove la creazione di un centro scientifico di alto livello ripagherà ampliamente le eventuali spese di costruzione dell'immobile destinato ad ospitare il telescopio. Si è detto eventuali, perché ad esse potrebbe esser provveduto coi fondi della Legge n. 526 del 7 Agosto 1982, se verrà soddisfatta la richiesta di finanziamento presentata in tal senso dall'Osservatorio.

La montatura Marchiori, che si era dimostrata inadeguata a sopportare il sovraccarico dei due rifrattori Morais, è stata trasferita in altra cupola, al servizio del riflettore fotometrico Marcon, il quale è stato ammodernato e potenziato attraverso importanti modifiche: un sistema di puntamento in Ascensione Retta e in Declinazione, progettato e realizzato dal gruppo di elettronici dell'osservatorio; una telecamera di guida, sistemata al riparo delle rigide temperature invernali; una radicale revisione del fotometro. Tutto questo a merito dei nostri tecnici Anderlucci, Racioppi e Volpicelli, sotto la supervisione dell'astronomo F. Scaltriti.

Lo stesso gruppo di elettronici ha progettato due sistemi di rilevazione di posizione angolare (Ascensione retta e Declinazione), uno per la nuova montatura del rifrattore doppio ed uno per il costruendo SPH/1060. Ambedue sono stati già costruiti e consegnati dalla Ditta Claytron di Milano.

Anche il Centro di calcolo è stato potenziato, con l'acquisto di una

stampante da 125 linee al minuto, per il calcolatore PDP 11 x 44, e di un disco da 80 Megabyte per immagazzinare in memoria Cataloghi di stelle doppie, di stelle brillanti, ed altri come l'AGK3 e il S.A.O. Sono stati acquistati anche due terminali video.

3. *Attività scientifica, didattica e promozionale*

Per una concreta documentazione dell'attività scientifica dell'osservatorio ci baseremo anche quest'anno sulle pubblicazioni, di cui si dà l'elenco nella bibliografia che chiude la presente relazione. In essa non abbiamo incluso i lavori in attesa di essere stampati: se ne darà notizia l'anno prossimo a pubblicazione avvenuta.

Lo studio della rotazione terrestre continua regolarmente mediante assidue osservazioni con lo strumento dei passaggi Bamberg 15000, munito di un micrometro fotoelettrico a fenditure, realizzato in osservatorio secondo lo schema funzionale ideato da E. Høg. I vantaggi rispetto all'osservazione visuale sono di quasi un ordine di grandezza. Partecipano alle osservazioni G. Chiumiento, G. Picchio e M. Sarasso, con la collaborazione di E. Anderlucci per quanto concerne la componente elettronica della strumentazione e la gestione dei campioni di frequenza. Segnaliamo con gratitudine l'assistenza che ci viene dall'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris », dal Prof. S. Leschiutta del Politecnico di Torino, nonché dal prof. G. Caprioli dell'osservatorio astronomico di Roma, in vista della collaborazione alla campagna internazionale MERIT, 1983/84.

Sempre sull'argomento della rotazione terrestre, il dott. Picchio ha analizzato le possibili sue correlazioni con l'attività solare.

Il prof. V. Zappalà ha continuato la sua fruttuosa attività di ricerca teorica e sperimentale nel campo degli asteroidi, firmando numerosi lavori sull'argomento, in collaborazione con alcuni ricercatori di questo osservatorio e con altri studiosi stranieri. Si è recato in Maggio a Tucson (Arizona) per un Meeting su Saturno e i suoi satelliti, presentando due comunicazioni, e successivamente a Ottawa (Canada) per il simposio sui processi d'impatto dei corpi solidi, in occasione del XXIV Cospar, presentando anche in questa sede due lavori. In Agosto ha partecipato alla XVIII As-

semblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale, tenutasi a Patrasso (Grecia), dove è stato nominato membro del gruppo di lavoro della Commissione n. 15, per lo studio delle proprietà rotazionali degli asteroidi. In Ottobre è stato a Hvar (Jugoslavia) per un convegno organizzato dall'Università di Zagabria, e vi ha tenuto una conferenza su invito. Collaborano a queste ricerche il tecnico S. Cacciatori e il neo astronomo dott. M. Di Martino, il quale è stato ospite durante il mese di Ottobre dell'osservatorio di Catania per effettuare osservazioni fotoelettriche col riflettore di 91 cm di Serra La Nave.

Anche il dott. F. Scaltriti ha partecipato all'assemblea dell'U.A.I. a Patrasso e mantiene rapporti di collaborazione con altri studiosi stranieri nel campo delle ricerche sulle stelle binarie ad eclisse, che continuano attivamente da parte dello stesso Scaltriti e del suo gruppo, di cui fanno parte i dott. M. Busso ed A. Cellino, fino alla sua partenza per il servizio militare, nonché — per gli aspetti teorici — i dott. G. L. Bodo e L. Lorenzi. Quest'ultimo continua nello studio per una interpretazione delle anomalie fotometriche presentate dalla binaria ad eclisse *AU Monocerotis* ed ha presentato, al convegno di Hvar, due comunicazioni. Da parte sua, il Bodo ha collaborato col prof. A. Ferrari dell'Istituto di Fisica della locale Università per una ricerca sull'accoppiamento locale di onde MHD superficiali con quelle cinetiche di Alfvèn, nei getti emessi da radiosorgenti extragalattiche.

Molto attivo l'osservatorio nel campo delle binarie visuali, ove lavorano Pannunzio, Morbidelli e Massone, oltre allo scrivente. Questi si è recato in Maggio a Flagstaff (Arizona) ed al Naval Observatory di Washington (D.C.), per elaborare un piano di lavoro per la commissione n. 26 dell'U.A.I. di cui era stato eletto vice presidente all'assemblea di Montréal nel 1979 e successivamente nominato presidente durante l'assemblea di Patrasso, cui ha preso parte.

In vista della progettata missione del satellite astrometrico *Hipparcos*, in preparazione da parte dell'Ente Spaziale Europeo ESA, sia il dott. R. Pannunzio sia lo scrivente hanno elaborato modelli e considerazioni statistiche per una valutazione preliminare dell'impatto, che avranno tali sistemi e comunque le coppie di stelle prospetticamente vicine sulle mi-

sure di posizione affidate al telescopio installato a bordo del satellite stesso. In questo contesto, il Pannunzio ha partecipato a una riunione di lavoro a Marsiglia (Maggio 1982) e ad un'altra a Padova, con lo scrivente (Ottobre 1982).

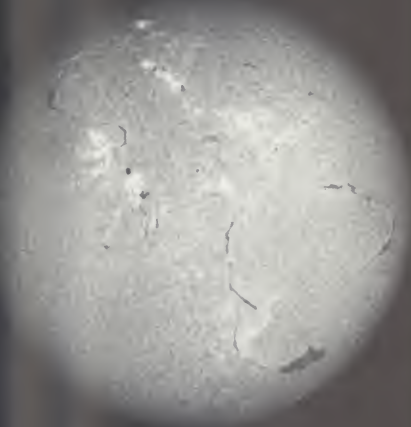
M. Busso e G. L. Bodo hanno partecipato al Congresso della Società Italiana di Fisica (Perugia, Settembre 1982), mentre lo scrivente, al XXVI Congresso della Società Astronomica Italiana, tenutosi a Firenze nell'Ottobre in onore di Giorgio Abetti, scomparso il 24 Agosto 1982, ne ha ricordato brevemente la figura durante le onoranze, che le Autorità cittadine e la S.A.I. gli hanno tributato.

L'altro neo-astronomo G. Tanzella-Nitti, ha partecipato al convegno, tenutosi a Parigi dal 12 al 15 Ottobre 1982, su « Ammassi di galassie », ove ha presentato il catalogo di velocità radiali di galassie (edito dalla Gordon & Breach di New York) di cui è stato uno dei compilatori. Continua la sua collaborazione con gli astronomi di Bologna, dalla cui scuola proviene, ed anche di Milano e Padova.

La dott.ssa A. Curir si trova a Oxford, Inghilterra, con una borsa di studio che le permette di condurre studi e ricerche presso il Dipartimento di Astrofisica di quella Università, sotto la guida dei professori Sciama e Miller. Anche la dott. L. Bianchi, come si è detto, continua a fruire di una borsa ESA presso la stazione osservativa di Villafranca (Madrid), partecipando attivamente alle ricerche affidate al satellite per lo studio dell'ultravioletto stellare (International Ultraviolet Explorer).

Anche quest'anno l'attività didattica è stata intensa: il corso di Astronomia è stato seguito da numerosi studenti e integrato da esercitazioni svolte dall'assistente, dott.ssa D. Marocchi. Durante l'anno accademico 1981-82 si sono laureati:

— Alberto Cellino, in Fisica, con 110/110, svolgendo una tesi su « Attività stellare nelle binarie tipo *RS Canum Venaticorum* », correlatore il dott. F. Scaltriti.

— Maria Sarasso, in Matematica, con 110/110 e lode, svolgendo una tesi su « Studio della rotazione terrestre: moto del polo e misura del tempo », sotto la guida del dott. G. Picchio.

— Luciana Fenoglio, in Matematica, con 110/110 e lode, svolgendo una tesi su « Ipotesi di cattura nella formazione del sistema solare », correlatore il prof. ing. V. Banfi e con la collaborazione del dott. M. Busso.

Per finire, l'attività promozionale. Continua il grande interesse della popolazione per l'Astronomia, stimolato dai mass media talvolta anche in forme devianti, come quando un presunto allineamento di pianeti di qua o di là dal Sole riempie le pagine dei giornali e le fantasie del pubblico. Fervono iniziative di astrofili per organizzare, sotto l'ègida delle Autorità locali, cicli di conferenze, lezioni e naturalmente visite all'osservatorio. Noi tutti ci sobbarchiamo di buon grado questi compiti; ma vorremmo fosse chiaro, a tutti i livelli, che non è questa l'attività istituzionale dell'osservatorio, il quale deve esser visto prima di tutto come un centro di ricerca scientifica, e non l'ultimo in Italia.

Mario G. Fracastoro
direttore

BIBLIOGRAFIA

N. 162 - A. Curir - *Rotating Black Holes as dissipative spin-thermodynamical systems.* General Relativity and Gravitation **13**, n. 5/1981.

N. 170 - R. Pannunzio and F. Siciliano - *Phoographic measures of visual double stars.* Astron. and Astroph. Suppl. Ser. **47**, 159-165, 1982.

N. 171 - C. I. Lagerkvist, H. Rickman, F. Scaltriti, V. Zappalà - *Physical Studies of Asteroids VI: Asteroid 201 Penelope, a fast rotator.* Astron. and Astroph. Research Note **104**, 148-149, 1981.

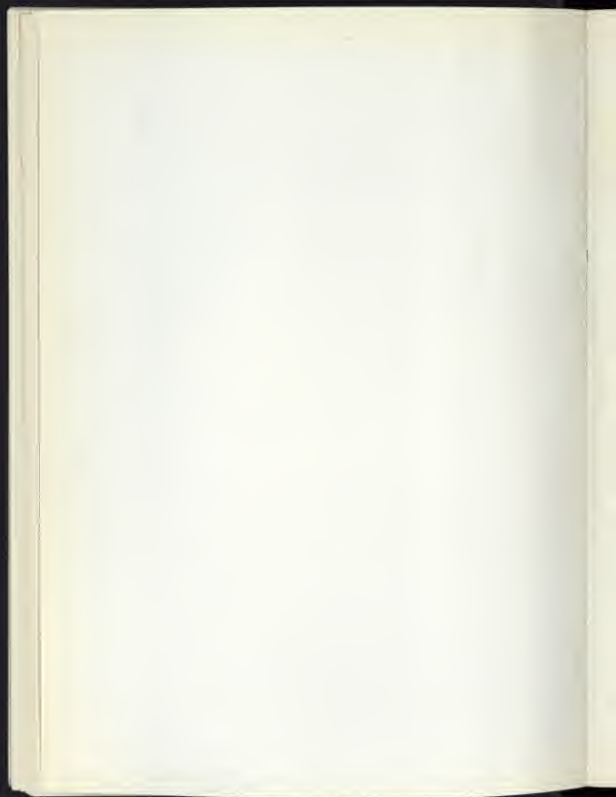
N. 172 - P. Farinella, P. Paolicchi, V. Zappalà - *Analysis of the Spin rate distribution of asteroids.* Astron. and Astroph. **104**, 159-165, 1981.

N. 174 - A. Curir - *Black Holes emissions and phase transitions.* Journal of General Relativity and Gravitation, Vol. 13 n. 12, 1981, pag. 1177-1184.

N. 176 - J. A. Eaton, F. Scaltriti, M. Cerruti Sola, M. B. K. Sarma, B. D. Ausekar, S. Catalano, M. Rodonò - *Light curves of SZ Psc for 1977 and 1978.* Astroph. and Space Science **82**, 289-306, 1982

Fotografie della cromosfera solare in luce monocromatica (riga H-alfa dell'Idrogeno) vengono eseguite in ogni giorno sereno col filtro interferenziale Day Star, dell'Istituto Universitario di Astronomia, applicato al cannocchiale di guida dell'astrografo Zeiss dell'osservatorio.

Operatori: S. Cacciatori, W. Ferreri, G. Massone.

Nella foto: il Sole il 30 Settembre 1982. Si notano i lunghi filamenti oscuri e le fàcole cromosferiche (regioni più chiare). Nord in alto.

N. 177 - P. FARINELLA, F. FERRINI, A. MILANI, A. M. NOBILI, P. PAOLICCHI, V. ZAPPALÀ - *The Shape of small solar system bodies: Gravitational equilibrium VS. Solid-State interactions.* Comparative study of the Planets. NATO - ASI. 71-77, 1982 Reidel Publ. Comp.

N. 178 - V. ZAPPALÀ, C. I. LAGERKVIST and G. DE SANCTIS - *Positions of Asteroids obtained during 1978. Astron. and Astroph.* Suppl. Ser. **47**, 447-450, 1982.

N. 180 - P. PAOLICCHI, P. FARINELLA, V. ZAPPALÀ - *Asteroid collisional evolution: Outcomes of catastrophic impacts.* VI European Regional Meeting in Astronomy Sun and Planetary System, 295-298, 1982.

N. 181 - P. PAOLICCHI, P. FARINELLA e V. ZAPPALÀ - *Asteroid Rotation Rates: Comparison between theory and observations.* VI European Regional Meeting in Astronomy. Sun and Planetary System, 291-294, 1982.

N. 182 - Z. KNEZEVIC and V. ZAPPALÀ - *An improved representation of the average opposition magnitudes of asteroids.* VI European Regional Meeting in Astronomy Sun and Planetary System, 299-302, 1982.

N. 183 - F. SCALTRITI, V. ZAPPALÀ and E. ANDERLUCCI - *Syntetic Lightcurves of asteroidal binary systems.* VI European Regional Meeting in Astronomy Sun and Planetary System 277-278, 1982.

N. 184 - V. ZAPPALÀ, F. SCALTRITI - *A coordinate program for pole determination of Asteroids.* VI European Regional Meeting in Astronomy Sun and Planeary System, 303-304, 1982.

N. 185 - C. BONOLI, A. CURIR - *Remarks on the evaluation of critical parameters in self-gravitating systems.* Astroph. and Space Science **82**, 241-246, 1982.

N. 186 - M. SCARDIA, R. PANNUNZIO - *New photographic method for the measurement of visual binaries.* Astron. and Astroph. **107**, 362, 1982.

N. 187 - H. DEBEHOGNE, G. DE SANCTIS and V. ZAPPALÀ - *Photoelectric photometry of three dark Asteroids.* Astron. and Astroph. **108**, 197-200, 1982.

N. 188 - H. DEBEHOGNE, G. DE SANCTIS and V. ZAPPALÀ - *Positions of Asteroids (1981).* Astron. and Astroph. Suppl. Ser. **48**, 449-451, 1982.

N. 189 - G. DE SANCTIS, W. FERRERI and V. ZAPPALÀ - *Positions of selected minor planets (1980-1981).* Astron. and Astroph. Suppl. Ser. **50**, 87-91, 1982.

N. 190 - V. ZAPPALÀ, H. DEBEHOGNE, C. I. LAGERKVIST and H. RICKMAN - *Physical studies of Asteroids VII: The unusual rotation of* M *and* CMEU *Asteroids.* Astron. and Astroph. Suppl. Ser. **50**, 23-26, 1982.

N. 191 - H. DEBEHOGNE, C. I. LAGERKVIST and V. ZAPPALÀ - *Physical studies of Asteroids VIII.* Photoelectric photometry of the Asteroids 42, 48, 93, 105, 145 and 245. Astron. and Astroph. Suppl. Ser. **50**, 277-281, 1982.

N. 192 - M. CERRUTI SOLA and F. SCALTRITI - *An ultraviolet photoelectric lightcurve of the eclipsing binary BB PEG.* Inf. Bull. on Variable Stars, n. 2023, 1981.

N. 195 - G. PICCHIO - *Comparison Between Two Trigonometric Models for the Long-period Variations in the Wolf Numbers and in the Length of Day* Astron. and Astroph. **111**, 326-332, 1982.

N. 201 - L. Lorenzi - *Importance of UBV observations of AU Mon during January-February 1983.* IBVS n. 2162.

N. 203 - G. Bodo and A. Ferrari - *Local Coupling of Surface MHD Waves with Kinetic Alfvén Waves in Jets.* Astron. and Astroph. **114**, 394-399, 1982.

N. 204 - M. G. Fracastoro, S. Guidarelli e G. Molesini - *L'obiettivo a tre lenti 420/7000.* Annuario OATO, 1983.

Il problema dei tre corpi e lo studio dei sistemi stellari tripli

1. *Introduzione*

La distribuzione nello spazio dei corpi stellari è tale per cui le distanze tra i loro centri sono di gran lunga superiori alle loro dimensioni significative e pertanto essi possono essere considerati masse puntiformi. Il problema dei tre corpi in particolare ha impegnato a lungo i ricercatori negli ultimi duecento anni (bibl. 1 e 2).

2. *Ricerche classiche da Lagrange a Sundman*

Si deve ad una celebre memoria di Lagrange (1772) la prima rigorosa impostazione analitica del problema. In essa fu raggiunto il massimo sforzo consentito dall'analisi matematica di quei tempi e a questa memoria si sono ispirati i ricercatori che lo seguirono. Tra l'altro in questa memoria Lagrange enuncia rigorosamente la soluzione particolare triangolare, ossia quella secondo cui le tre masse di valore qualsiasi si muovono di moto periodico, in un piano invariabile e su traiettorie ellittiche aventi un fuoco comune nel comune centro di massa, mantenendosi ai vertici di un triangolo equilatero di lato variabile periodicamente nel tempo. Lagrange ritrova poi la soluzione particolare trovata da Eulero, nel caso in cui i tre corpi si muovono mantenendosi sempre allineati.

Assai più tardi Bruns e Poincaré dimostrarono, sul finire del XIX secolo, che un'integrazione completa e rigorosa delle equazioni del moto dei tre corpi non era possibile se non ricorrendo a procedimenti di approssimazione mediante sviluppi in serie.

In questo senso furono importanti i risultati parziali ottenuti da Lindstendt, Tisserand e Bohlin. L'obiettivo fu finalmente centrato dal finlandese K. F. Sundman in una celebre memoria del 1912 (bibl. 3). Con questo lavoro il problema dei tre corpi può dirsi completamente risolto; tuttavia le serie, a cui Sundman perviene, non mettono in luce né l'andamento generale, né le caratteristiche salienti del movimento. Infatti, se ad esempio avviene in un istante una collisione, le formule non ce lo dicono senza ulteriore discussione, restando valide anche oltre la collisione stessa. Ci si può chiedere allora, dal punto di vista dell'astronomia teorica, quale interesse può avere lo studio del moto dopo detta collisione con i relativi effetti catastrofici.

E' così spiegabile, a partire dal 1912 in poi, una certa battuta d'arresto in ordine alle ricerche riguardanti il problema dei tre corpi nel caso generale. Continuarono invece gli sforzi indirizzati allo studio del problema dei tre corpi ristretto all'interno del sistema solare.

Rimasero a lungo stranamente inosservate due ricerche fondamentali di Chazy (bibl. 4) e di Birkhoff (bibl. 5). La prima del 1918 e la seconda del 1927, furono ristudiate solo a partire dagli anni sessanta e settanta consentendo un riesame moderno della questione.

3. *Ricerche attuali secondo il nuovo approccio*

Occorre intanto intendersi su che cosa significhi la « soluzione » del problema dei tre corpi. Nel senso originario newtoniano si intende la conoscenza della terna dei vettori posizione (rispetto ad un assegnato sistema di riferimento) $\mathbf{r}_i\ (t)$, essendo $i = 1,2,3$, in ogni istante successivo a quello iniziale, nel quale sono note posizioni e velocità delle tre masse puntiformi. Nel senso di Laplace o di Poincaré la soluzione è delineata con sviluppi in serie come conseguenza generalizzata del problema delle perturbazioni orbitali. Il teorema di Sundman, citato in precedenza, appartiene a questo tipo di soluzione.

Con le memorie di Chazy e Birkhoff si è inaugurato un nuovo tipo di approccio del problema. Esso consiste in una impostazione qualitativa

della descrizione del moto, che consente di prevedere l'andamento generale e le caratteristiche salienti evolutive del sistema.

Si prendono le mosse dall'energia totale E del sistema

$$E = T - F, \tag{1}$$

in cui T è l'energia cinetica totale delle tre masse puntiformi ed F la funzione delle forze (o funzione di Poincaré) seguente

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} + G\frac{m_2 m_3}{r_{23}^2} + G\frac{m_3 m_1}{r_{31}^2},$$

in cui m_i ($i = 1,2,3$) sono le masse dei tre corpi, G è la costante di gravitazione universale e r_{ij} (con $i, j = 1,2,3$ e i diverso da j) sono le tre distanze mutue fra i tre punti. Chazy e Birkhoff caratterizzano le possibili evoluzioni del moto del sistema a seconda che

$$E \lesseqgtr O$$

e dimostrano che per $E \geq O$ almeno due delle tre distanze r_{ij} aumentano sino all'infinito per $t \to \infty$. A questo proposito Pollard (bibl. 6) distingue tra *disintegrazione* del sistema e *fuga* di un membro. Nel primo caso tutte e tre le mutue distanze r_{ij} diventano infinite, mentre nel secondo una coppia di corpi sfugge in una direzione ed il terzo in un'altra distinta dalla precedente (figura 1).

Rimane il caso in cui $E < O$. In questa condizione possono accadere:

— un moto limitato

— un moto oscillatorio

— un aumento illimitato di due distanze mutue sino all'infinito.

Come semplice esempio, considerando la terza eventualità, si scomponga l'energia totale E del sistema nella somma di due parti:

E_b = energia totale del sistema binario (che si forma alla fine)
E_c = energia di eiezione del terzo corpo (energia cinetica).

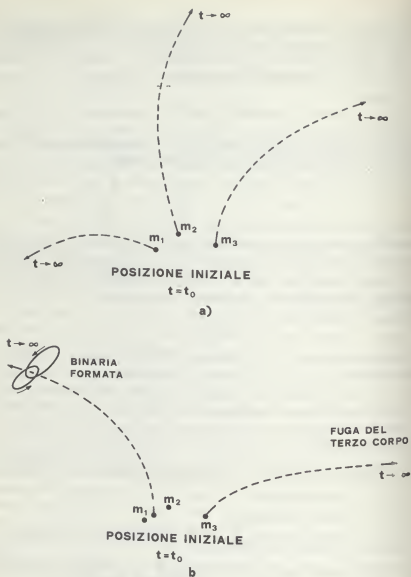



Figura 1 - Se le tre masse sono dotate di energia cinetica sufficientemente elevata può aversi: a) disintegrazione, b) fuga di un corpo e formazione di una binaria.

Allora avremo

$$E_b + E_c = E < O;$$

ossia anche

$$- |E_b| + E_c = - |E|. \tag{2}$$

Dalla (2) si ricava:

$$|E_b| - |E| = E_c \tag{3}$$

Si interpreta la (3) semplicemente così: *la formazione di un sistema binario è condizione necessaria ma non sufficiente per la fuga del terzo corpo.* Se il sistema binario è composto delle masse m_1 ed m_2, ed a è il semigrand'asse dell'orbita relativa, l'energia totale è data dalla seguente espressione

$$E_b = - G \frac{m_1 \, m_2}{2 \, a}.$$

Pertanto, in base alla (3), si ha la fuga del terzo corpo (cioè $E_c > O$) quando

$$G \frac{m_1 \, m_2}{2 \, a} > |E|$$

ossia

$$G \frac{m_1 \, m_2}{2 \, |E|} > a \tag{4}$$

Per la (4) *si conclude che, in generale, è necessaria, per la fuga del terzo corpo, la formazione di un sistema binario ravvicinato.*

Per questo nuovo approccio forse è riduttivo il termine « qualitativo » usato dai loro fondatori (bibl. 7). Esso infatti è del tutto rigoroso, all'interno delle approssimazioni assunte. Una volta fissate le convenienti grandezze globali, come l'energia totale E (testè considerata), la quantità di moto angolare, il momento d'inerzia e quant'altre occorrano per la corretta descrizione del sistema, vengono utilizzati teoremi e relazioni fra queste

varie grandezze per lo studio dell'evoluzione del sistema a partire da assegnate condizioni iniziali. L'uso dell'elaboratore elettronico si è dimostrato assai flessibile ed utile nello sviluppare questo tipo di ricerche.

4-Classificazione generale dei moti secondo V. Szebehely.

Si deve a Victor Szebehely uno studio esauriente dei moti possibili condotto con i criteri generali teorici testè esaminati (bibl. 8,9,10).

Considerando per semplicità il caso piano, i moti possibili risultano raggruppabili nelle seguenti sei classi.

Classe 1 - In condizioni iniziali arbitrarie, i corpi si comportano, in un intervallo di tempo più o meno lungo, in modo cosidetto interscambio *(interplay)*. Dopo un iniziale intervallo di tempo, in cui i tre corpi sono abbastanza vicini uno all'altro, uno di essi si trasferisce in un'orbita più grande racchiudente quelle degli altri due. Più tardi questo corpo può ritornare vicino agli altri due ed essere sostituito, da uno di questi due ultimi, nel ruolo precedente. La durata di questo tipo di moto può essere variabile, ma presto o tardi la situazione si evolve in una nuova configurazione.

Classe 2 - Questo tipo di moto è denotato anche come *eiezione*. In questa configurazione un incontro ravvicinato avviene in modo tale che uno dei corpi riceve energia sufficiente per separarsi dagli altri due; conseguentemente non sfugge ma si apparta, disponendosi su un'orbita di forma quasi ellittica. Il tempo che il corpo allontanato impiega per ritornare nei pressi della posizione iniziale può variare considerevolmente. Ritornato che sia, può accadere una fase di *interscambio* (Classe 1), oppure presentarsi la configurazione seguente.

Classe 3 - In questo tipo di moto, denotato anche come *fuga*, un corpo viene scagliato su un'orbita iperbolica all'infinito, restando invece gli altri due a formare un sistema binario stabile.

Classe 4 - Questo tipo di moto è denotato come *rivoluzione*. La configurazione è la seguente: vi e un sistema binario e il terzo corpo compie

un'ampia orbita chiusa attorno al suddetto sistema binario. Se il rapporto tra il semiasse maggiore dell'orbita del terzo corpo e il semiasse maggiore (medio) del sistema binario è sufficientemente grande, ci si dovrà attendere una configurazione abbastanza stabile dell'intero sistema (figura 2). Se invece il rapporto scende al di sotto di un certo limite, in base ai valori delle masse ed a quelli delle condizioni iniziali, la *rivoluzione* può evolvere in *interscambio*.

Classe 5 - Essa comprende le configurazioni dinamiche di equilibrio lagrangiana (figura 3) ed euleriana (di cui si è detto al paragrafo 2). Queste configurazioni sono statisticamente assai improbabili; in certo senso corrispondono al caso di orbite perfettamente circolari nel problema dei due corpi.

Classe 6 - Questa classe è anche denotata *collisioni ed orbite periodiche.* Essa comprende moti con e senza collisioni.

Alcune conclusioni

Ed ora innanzitutto poichè il problema dinamico è reversibile, nel senso di Feynman (bibl. 11), è sufficiente considerare i passaggi, da una classe all'altra, soltanto in un senso. Si è già visto il passaggio dalla classe 1 alla 2, poi dalla 2 alla 3 e quindi dalla 1 alla 3. Lo stesso dicasi dalla 1 alla 4 ed infine dalla 2 alla 4. Invece i comportamenti delle classi 5 e 6 non derivano, come esiti, da quelli delle restanti classi.

Appare chiaro inoltre che il moto dei tre corpi, quando non si pongano particolari condizioni iniziali, è generalmente instabile. Risulta infatti evidente che la fuga di uno dei tre corpi è un evento assai frequente. Un sistema stellare triplo sopravvive quindi, quando $E < O$, solo per un tempo più o meno lungo, ma rarissimamente (Classe 5) per $t \rightarrow \infty$. Il processo di separazione avviene più rapidamente nel caso $E > O$, ma sussiste anche quando sia $E < O$. Se $E < O$ la formazione di un sistema binario con grande separazione è accompagnata da una eiezione di tipo ellittico della terza stella, la quale tuttavia potrà riunirsi più tardi alle prime due per

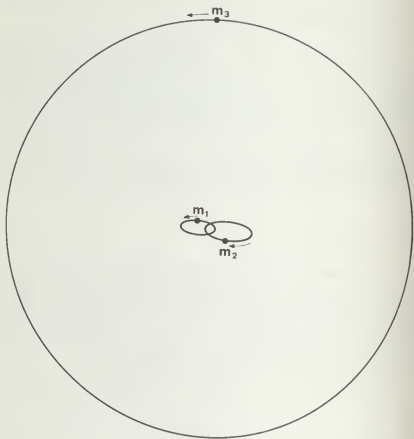



Figura 2 - Tipo di moto denotato come rivoluzione (Classe 4).

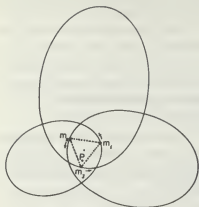
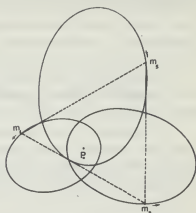
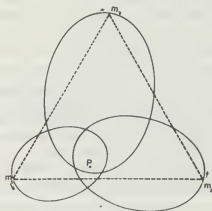



Figura 3 - Configurazione dinamica di equilibrio triangolare lagrangiana (Classe 5). Sono indicate le due posizioni estreme, cioè periastro e apoastro, ed inoltre una posizione intermedia.

ulteriore interscambio. La sola configurazione abbastanza stabile sembra essere quella chiamata *rivoluzione* (Classe 4), sopratutto nel caso in cui vi sia sufficiente separazione della binaria dalla terza stella. Se la separazione aumenta ancora può accadere che la terza stella sia influenzata da altri gruppi stellari e conseguentemente abbandoni la binaria. Se, d'altro canto, la separazione diventa troppo piccola, il sistema triplo diventa instabile.

I sistemi stellari tripli a tutt'oggi conosciuti corrispondono abbastanza bene a quelli della Classe 4 (con relativi passaggi alle altre classi 1, 2 e 3). Alcuni presentano tempi di fuga dell'ordine di 10^9 anni (bibl. 12).

La previsione di comportamento dei sistemi stellari tripli, sulla base teorica del problema dei tre corpi inteso in senso globale (o qualitativo) e con l'ausilio dell'analisi con elaboratori elettronici, sembra quindi senz'altro in grado di fornire risultati soddisfacenti.

Prof. Ing. Vittorio Banfi

BIBLIOGRAFIA

1 - R. Marcolongo, « Il problema dei tre corpi », Hoepli, Milano (1919).

2 - C. Agostinelli, « Il problema dei tre corpi dall'epoca di Lagrange ai tempi nostri », Atti del convegno lagrangiano; Accademia delle Scienze di Torino (1963).

3 - K. F. Sundman, « Acta Mathematica », T. 36°, 105-179 (1912).

4 - J. Chazy, « Bull. Astron. », **35**, 321 (1918).

5 - G. D. Birkhoff, « Am. Math. Soc. Publ. », Providence, R.I. (1927).

6 - H. Pollard, « Disintegration and escape », dal volume « Periodic orbits, stability and resonance » di G. E. O. Giacaglia (1970).

7 - V. Szebehely, « Recent advances in the problem of three bodies », dal testo « Recent advances in Dynamical Astronomy » di B. D. Tapley and V. Szebehely (1973).

8 - V. Szebehely, « Cel. Mech. » **4**, 116-118 (1971).

9 - V. Szebehely, « Astr. Journ. » **79**, 12, 1449-1454 (1974).

10 - V. Szebehely, « Cel. Mech. » **15**, 107-110 (1977).

11 - R. Feynman, « La legge fisica », Ed. Boringhieri, Torino (1971).

12 - P. Van de Kamp, « Stars and planets beyond our Solar System », Nato Advanced Study Institute Meeting, Cortina 1981. In corso di pubblicazione.

L'obiettivo a tre lenti 420/7000

Premessa

L'obiettivo visuale a tre lenti (apertura 420 mm, focale 7 m) fu realizzato dalle Officine Galileo di Firenze su progetto del prof. ing. C. Morais, per l'osservatorio astronomico di Milano-Merate, in sostituzione del vecchio obiettivo Merz di 49 cm di apertura, già usato all'inizio del secolo dallo Schiaparelli per i suoi studi su Marte. Nonostante la sua minore apertura, esso rapresenta pur sempre il più importante obiettivo italiano, anche per essere costituito da 3 lenti, invece delle due consuete (fig. 1).

Il nuovo strumento fu inaugurato nel 1970. Poiché nella cupola a pavimento mobile, era stato posto in opera un altro strumento, e precisamente il telescopio a specchio metallico di 137 cm di apertura, il nuovo rifrattore fu posto in un padiglione di nuova costruzione e per renderne possibile l'agibilità si dovette ridurre la lunghezza del tubo interponendo due specchi piani a valle dell'obiettivo. La manovrabilità dello strumento si manifestò tuttavia piuttosto disagevole, cosicché — anche per carenza di personale — dopo un suo breve uso per fotografare campi stellari attraverso un idoneo filtro giallo, le parti meccaniche furono smontate e l'obiettivo fu riposto in attesa di tempi migliori.

1. *Prime prove all'Osservatorio di Torino*

Dopo alcuni anni, l'Osservatorio di Torino chiese ed ottenne da quello di Milano la cessione dell'obiettivo stesso, in vista di un suo impiego per per lo studio delle stelle binarie. Esso fu montato in collimazione con

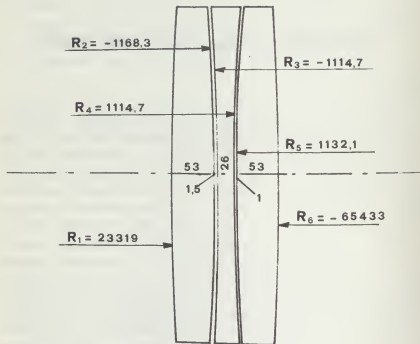



Fig. 1 - Schema ottico dell'obiettivo OG 420/7000 coi raggi di curvatura delle 6 superfici, secondo la ricetta del prof. ing. C. Morais.

l'altro a tre lenti, ma fotografico (380/6875), anch'esso costruito dalle Officine Galileo successivamente a quello visuale, sempre su progetto dell'ing. Morais. Tuttavia la montatura già esistente si dimostrò inadeguata a sopportare il maggior peso e ne fu ordinata un'altra, assai più robusta, alla Ditta E. Mandelli di Collegno (Torino).

Le prime prove preliminari col 420/7000 si erano dimostrate positive, per quanto concerne il potere risolutivo, pur notandosi un guadagno in magnitudine inferiore al previsto, rispetto al vecchio rifrattore Merz di 300 mm di apertura. Tuttavia, quando il sig. W. Ferreri avviò un'attività sistematica di ricerca su stelle binarie, non tardò a notare, attorno all'immagine della stella, un alone, o meglio una raggiera assosimmetrica, di circa 18 secondi d'arco di diametro, la quale rendeva difficile, in qualche caso, l'osservazione della stella compagna. Si valutò che la luce contenuta nella raggiera ammontava a circa il 50%, il che spiegava il minore guadagno in magnitudine. Si riscontrò inoltre che la raggiera spariva diaframmando l'obiettivo a circa 300 mm (in accordo con la perdita riscontrata nella magnitudine limite). Viceversa, occultando la parte centrale dell'obiettivo e portando adeguatamente avanti l'oculare, la raggiera si restringeva fino a formare una cattiva immagine della stella. Essa aveva il suo fuoco circa 10 mm più a monte del fuoco di massima definizione, quello che serve per l'osservazione visuale. Compreso fra questi due piani focali era quello che chiameremo il fuoco di massima concentrazione, evidentemente il più idoneo all'osservazione fotografica. Inoltre, non si riscontrava simmetria fra l'immagine intrafocale e quella extrafocale. Nel primo caso gli anelli apparivano regolari come forma, soltanto un po' più marcati del normale quelli più esterni (fig. 2).

Evidentemente, la raggiera non raggiunge la soglia di visibilità per stelle più deboli di una certa magnitudine.

Poiché il difetto influiva negativamente sui programmi di lavoro dell'O.A.TO., si decise di tentare ogni via per arrivare a una diagnosi precisa sulla natura dell'inconveniente e possibilmente alla sua eliminazione.

2. *Prove di laboratorio*

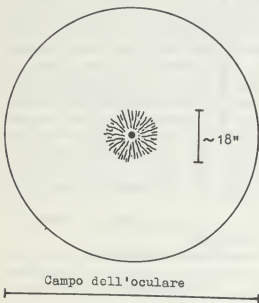
A seguito di queste constatazioni, fu deciso di sottoporre l'obiettivo ad un esame interferometrico in un laboratorio dell'Istituto Nazionale

Con diaframma
centrale

Fig. 2 - Vari aspetti di un'immagine stellare prima della revisione dell'obiettivo.

di Ottica, procurandosi a tale scopo uno specchio piano sufficientemente buono e di diametro adeguato per lavorare in autocollimazione, specchio che avemmo in cortese prestito dall'Osservatorio astrofisico di Arcetri.

Questo esame con l'interferometro Zygo confermò quanto era risultato dall'osservazione visuale sul cielo. La forma del fronte d'onda emergente dall'obiettivo risultò assimilabile a quella che caratterizza la presenza di aberrazione sferica semplice sottocorretta. Tuttavia, la curvatura dell'onda, anziché crescere con continuità dal centro verso l'orlo, risultava nel nostro caso costante su una zona centrale fino a un diametro dell'ordine dei due terzi del diametro totale (per cui le corrisponde una ottima immagine), mentre al di fuori di tale zona passava ad una curvatura maggiore.

Era da escludere che tale difetto potesse dipendere dal progetto, oltre che per la caratteristica suddetta, anche perché sulla carta era assicurata una correzione dell'aberrazione sferica, di quella del seno e di quella cromatica assiale largamente entro le tolleranze teoriche. Ciò veniva confermato esplicitamente dal progettista, ing. Morais, che ne aveva fatto a suo tempo anche oggetto di una apposita pubblicazione; d'altra parte chiunque poteva averne immediata conferma da un facile calcolo di *ray-tracing.*

Sfortunatamente, si fu anche costretti ad escludere un'imperfetta costruzione dell'obiettivo, per esplicite, categoriche affermazioni di personalità di indiscussa competenza ed autorevolezza, le quali avevano esaminato l'obiettivo appena costruito.

Ciò fece deviare le indagini su vie diverse e ci indusse ad eseguire vari controlli, con grande perdita di tempo. Si dovettero ipotizzare eventi verificatisi nei 14 anni circa di vita dell'obiettivo, o comunque diversità di situazioni fra l'operazione di collaudo in fabbrica e l'operazione che ha messo in evidenza il difetto.

Fu intanto escluso che questo potesse dipendere da diffusione causata da ossidazioni e macchie, di cui erano affette qua e là le superfici interne dell'obiettivo; non fosse altro per il carattere di assosimmetria del difetto.

Di una manomissione dell'obiettivo mancavano testimonianze. Alcuni tecnici, che avevano a suo tempo collaborato presso la Ditta costruttrice al

montaggio iniziale, escludevano la possibilità di uno smontaggio e rimontaggio senza speciali attrezzature e manodopera particolarmente esperta. D'altra parte, un errato rimontaggio dell'obiettivo non ne avrebbe potuto cambiare la struttura. Infatti, rovesciando la lente centrale divergente non sarebbe successo niente, essendo essa simmetrica; né un rovesciamento di una o dell'altra lente convergente sarebbe stato possibile, essendo troppo diversa in ambedue le lenti la curvatura di una faccia da quella dell'altra. Tale rovesciamento sarebbe stato comunque verificabile alla più superficiale osservazione dell'obiettivo montato. Infine, un ribaltamento dell'obiettivo, equivalente allo scambio di una lente convergente con l'altra, era già stato considerato in sede di osservazione sul cielo, risultandone un aumento del difetto.

La sostituzione dei distanziatori fra le lenti con altri, senza rispetto per la ricetta, non poteva essere avvenuta che con differenze assai limitate, essendo prescritti dalla ricetta distanziatori dell'ordine di pochi decimi di millimetro e non consentendo la montatura un aumento apprezzabile dello spessore complessivo. Comunque, i calcoli di *ray-tracing* con dati modificati rispetto alla ricetta portavano sempre ad un'aberrazione sferica assai inferiore all'entità del difetto.

I *ray-tracing* di controllo si sono potuti eseguire grazie alla Casa costruttrice, la quale ci ha cortesemente fornito copia della ricetta in base alla quale fu effettivamente eseguito l'obiettivo, nonché per averci la Ditta Schott fornito i valori degli indici di rifrazione delle fusioni impiegate per la fornitura dei vetri.

Si poteva anche pensare che le superfici fossero state incautamente ritoccate nell'intento di togliere macchie o graffi; ma l'ipotesi era estremamente improbabile ed anzi — a parere degli esperti — da escludere.

Si pensò addirittura ad una flessione delle lenti provocata dal loro stesso peso durante l'osservazione sul cielo, con l'asse ottico molto inclinato. L'ipotesi era poco fondata, perché anche all'esame interferometrico, che confermava i risultati dell'esame sulle stelle, l'asse ottico era orizzontale. Tuttavia, un controllo, effettuato ancora con calcoli di *ray-tracing*, dimostrava che gli effetti di questa flessione erano di entità trascurabile di fronte al difetto che si voleva giustificare.

Nell'intento di trovare la causa di un difetto ora presente, ma dichia-

rato inesistente nell'obiettivo nuovo, si è pensato che i vetri con i quali erano state costruite le lenti, per imperfetta ricottura, tenessero inizialmente sforzi imprigionati, con effetti anche di anisotropia. Gli sforzi si sarebbero allentati per plasticità del vetro durante gli anni, causando una variazione di spessore che poteva essere all'origine del difetto. L'andamento del fenomeno sarebbe legato allo spessore, e quindi apprezzabilmente assosimmetrico. La tecnologia ottica non esclude infatti che il fenomeno dell'allentamento degli sforzi interni al vetro, in tempi lunghi, possa avvenire. Sta di fatto, tuttavia, che altri rifrattori di dimensioni anche maggiori, costruiti da ben più lungo tempo quando la tecnica della ricottura era meno avanzata, non hanno presentato tale fenomeno, il quale per di più dovrebbe avere un effetto anche sulla distanza frontale. Questa invece, controllata durante l'esame interferometrico, è risultata conforme alla ricetta entro i limiti di precisione consentiti dai mezzi di misura disponibili. Inoltre, allo stato delle cose, le lenti rsultavano esenti da sforzi interni, come si è controllato col metodo dei due polaroidi incrociati. Questa prova ha anche permesso di escludere pressioni da parte della montatura.

Poiché nessuna delle ipotesi formulate sulla causa del difetto osservato sull'obiettivo appariva soddisfacente, fu deciso finalmente di smontarlo, allo scopo di controllare sulle singole lenti i raggi di curvatura, gli spessori e la bontà delle superfici.

Lo smontaggio è stato effettuato senza i tanto temuti incidenti, grazie all'assistenza del dott. Scheel, già dirigente del Reparto Ottica delle Officine Galileo. A lui vadano i nostri più vivi ringraziamenti.

Per il controllo delle superfici, la Casa costruttrice dell'obiettivo ci ha cortesemente messo a disposizione quelle forme di controllo, che a suo tempo erano state usate per la costruzione dell'obiettivo stesso. Purtroppo queste forme, per il tipo di vetro impiegato e per il modesto spessore, hanno subito, esse sì, in tanti anni degli allentamenti degli sforzi interni e quindi delle deformazioni tali da non consentirne più l'uso, se non con particolari accorgimenti e con risultati non sicuri.

Le superfici delle lenti concave, esaminate direttamente all'interferometro, si sono dimostrate difettose, e così pure quelle convesse. Si è visto che il difetto prevalente su almeno tre delle sei superfici si presentava

come « sbordatura ». Era quindi trovata la causa del difetto dell'obiettivo, salvo accertarne la sufficienza dal punto di vista quantitativo.

Essendo l'obiettivo smontato, si poteva controllare se i raggi di curvatura e gli spessori delle lenti corrispondessero ai valori prescritti in ricetta. A tal fine, lo sferometro più preciso disponibile, un S.L.P. Genevoise, è stato modificato, aumentando la base del triangolo formato dalle tre sfere di appoggio. Intanto era stato calcolato l'incremento di aberrazione sferica introdotto da un'eventuale variazione di un raggio di curvatura o da una variazione di spessore, risultando un incremento assai maggiore di quanto ci si potesse aspettare e cioè circa 1,5 mm per una variazione di 1 mm del raggio di curvatura di una delle quattro superfici interne (tutte aventi raggi dello stesso ordine di grandezza), o per una variazione di 1 mm dello spessore della lente divergente. Per le due superfici esterne e per gli spessori delle due lenti convergenti, gli effetti sono invece trascurabili. Era quindi da prevedere un contributo da associare a quello della sbordatura delle superfici, per giustificare quantitativamente il difetto dell'obiettivo.

E' risultato dalle misure che esisteva una compensazione fra le differenze trovate, in particolare tra gli effetti delle superfici convesse e quelli delle superfici concave.

Si è dovuto quindi concludere che il difetto dell'obiettivo era da attribuire soltanto alla insufficiente bontà delle superfici.

3. *Rettifica in officina*

E' stato pertanto deciso di rettificare almeno tre delle sei superfici, allo scopo di ottenere un livello di qualità sufficiente, in particolare la eliminazione delle « sbordature ». Di ciò è stato dato incarico alla Ditta S.I.L.O. di Firenze, cui va dato atto del grande impegno posto nella esecuzione di un lavoro così delicato, di cui da qualche parte si continuava a non voler riconoscere la necessità, e neppure l'opportunità.

Per due superfici, la terza e la quinta, è stato necessario rifare le forme di controllo, mentre per la sesta superficie si è utilizzata con accorgimenti idonei la forma di controllo esistente.

Dopo la rilavorazione, queste tre superfici, al controllo a frange, sono risultate sufficientemente buone. Si è quindi rimontato l'obiettivo senza particolari difficoltà, per sottoporlo ad un nuovo esame interferometrico.

4. *Elaborazione dei dati interferometrici*

L'elaborazione degli interferogrammi al calcolatore si è avvalsa di un programma messo a punto all'*Optical Sciences Center* di Tucson (Arizona). L'interferogramma viene digitalizzato e campionato con l'aiuto di una telecamera interfacciata ad un microprocessore. I dati sono quindi trasferiti ad un calcolatore PDP-11, il quale effettua un *fitting* del fronte d'onda con polinomi di Zernike. In uscita si hanno dati sull'errore del fronte d'onda, sulle aberrazioni classiche e un'analisi geometrica e differenziale.

Alcuni dati relativi all'errore sul fronte d'onda, prima e dopo la rilavorazione dell'obiettivo in questione sono riportati nella seguente tabella:

	Prima	*Dopo*
Rapporto di Strehl	0.12	0.37
Errore (rms)	0.23	0.16
Errore (picco-picco)	1.1 λ	0.9 λ
Aberrazione sferica	2.4 λ	1.1 λ
Coma	0.2 λ	0.9 λ
Astigmatismo	0.5 λ	0.5 λ

Particolarmente significativo è il notevole aumento del rapporto di Strehl. Dal punto di vista dell'ottica geometrica, si hanno a confronto lo « spot diagram » (fig. 3) e la « radial energy distribution » (fig. 4), prima e dopo la rilavorazione. Le unità in ascisse sono angoli di campo in onde, che si possono ricondurre a radianti moltiplicando per la lunghezza d'onda λ (632.8 nm) e dividendo per il raggio della pupilla. Dal punto di vista dell'analisi diffrazionale, si riportano le così dette « Point Spread Function » (fig. 5) e « Modulation Transfer Function » (fig. 6), prima e dopo la rilavorazione.

Da ciascuno di questi confronti il miglioramento del comportamento previsto dell'obiettivo risulta evidente, specie per quanto riguarda la sua capacità di risoluzione angolare e la corrispondente diminuita dimensione della macchia di confusione.

NOTE

(a) L'effetto di un'aberrazione è la diminuzione dell'intensità del massimo centrale sul piano del miglior fuoco, rispetto a quella che si ha in un sistema limitato soltanto dalla diffrazione. La diminuzione del picco centrale è espressa come rapporto fra il valore osservato e quello ideale per un'onda non aberrata, che è appunto il rapporto di Strehl.

(b) Qualunque fronte d'onda può essere espresso come somma di polinomi opportunamente pesati dai relativi coefficienti. Una delle principali ragioni per cui si preferiscono questi polinomi (di Zernike) è che alcuni termini risultano legati in modo esplicito alle aberrazioni classiche, per cui si ha anche la descrizione delle caratteristiche del fronte d'onda in termini più familiari.

(c) Si considera una griglia cartesiana di raggi assiali alla pupilla d'ingresso. L'intersezione di questi sul piano del miglior fuoco è lo *Spot Diagram*. La concentrazione dei punti ottenuti descrive la distribuzione di intensità luminosa aspettata da un punto di vista di ottica geometrica.

(d) Alternativamente, si può descrivere la concentrazione come percentuale dei punti dello *Spot Diagram* che cadono dentro un cerchio avente un certo raggio *(Radial Energy Distribution)*.

(e) Dal punto di vista dell'ottica ondulatoria, il concetto di raggio-direzione viene sostituito da quello di onda piana. Per effetto della diffrazione, sul piano del miglior fuoco non si ha un punto, ma una dispersione di luce che, in assenza di aberrazioni, è la cèntrica e in generale la *Point Spread Function*.

(f) La *Modulation Transfer Function* caratterizza la risoluzione in funzione della separazione angolare. Data la nota relazione dei reticoli sen $\Theta = n\ \lambda$, la variabile n solitamente usata (frequenza spaziale in linee/mm) si può mettere in relazione con la separazione angolare Θ. La MTF esprime l'attenuazione percentuale del contrasto tra oggetto e immagine, in funzione della frequenza spaziale.

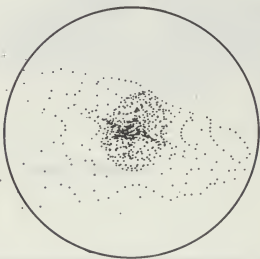



Fig. 3 - Spot diagram prima e dopo la rilavorazione.

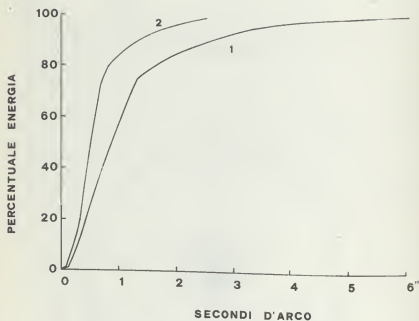
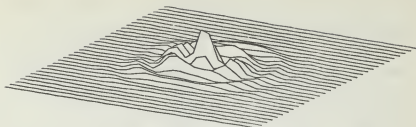
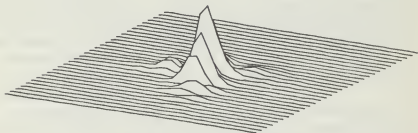



Fig. 4 - Radial Energy Distribution, prima e dopo la rilavorazione.

PSF RADI

TRIPLETTO PRIMA DELLA RILAVORAZIONE

PSF RADI

TRIPLETTO DOPO RILAVORAZIONE

Fig. 5 - Point Spread Function, prima e dopo la rilavorazione.

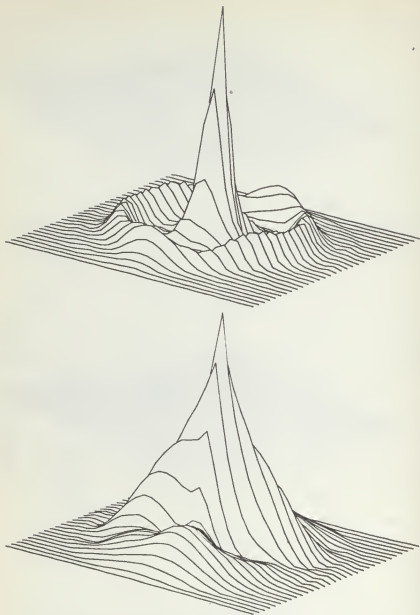



Fig. 6 - Modulation Transfer Function, prima e dopo la rilavorazione.

5. *Verifica sul cielo*

A questo punto, l'obiettivo fu trasferito all'Osservatorio di Torino, nella sua sede di Pino Torinese.

Poiché la montatura sulla quale era precedentemente installato, insieme con l'altro obiettivo fotografico, era già stata trasferita in un'altra cupola, a supporto del riflettore fotometrico, mentre la nuova montatura non era a quel tempo ancora pronta, si dovette provvedere al ricollaudo sul cielo con mezzi di fortuna, che escludessero la necessità di inseguire la stella, nel suo moto orario. Non c'era evidentemente altra scelta che la Polare.

L'esperimento fu fatto all'interno della cupola dov'era stato montato temporaneamente dal sig. G. Massone l'equatoriale Merz.

Fu costruita una struttura metallica, capace di sostenere l'obiettivo con un'inclinazione di 45° rispetto al piano orizzontale. Il tutto fu portato mediante un sollevatore fino a circa 5 m di altezza e con molta pazienza se ne regolò la posizione, sia in azimut sia in inclinazione, fino a che l'immagine della Polare, che si formava a pochi centimetri dal pavimento della cupola, non venne a formarsi sull'asse ottico dell'obiettivo, individuato mediante le immagini catadiottriche di una sorgente luminosa posta in prossimità del fuoco.

L'osservatore operava al di sotto del pavimento, sulla scala che ne dà accesso dal piano terra.

Si constatò immediatamente che la raggiera attorno all'immagine della stella era scomparsa, o per lo meno inavvertibile. W. Ferreri rileva che il guadagno, rispetto all'obiettivo Merz di 300 mm di apertura, anch'esso simultaneamente puntato sulla Polare, che dovrebbe essere di 0.74 magnitudini, è invece valutabile a 1.5-2 magnitudini. Una stellina di 9.0^m, a distanza di 18" dalla Polare si vede distintamente, mentre non è percettibile al Merz, a causa della foschia. Nelle serate successive, con migliori condizioni dell'atmosfera, G. Massone esamina la stella BD+88°4, di magnitudine visuale 6.5, con ingrandimenti crescenti fino a 1000. Con quest'ultimo egli rileva che « il dischetto centrale dell'immagine è ben visibile e si può osservarne la forma. Il difetto più vistoso è un po' di astigmatismo che deforma in maniera asimmetrica l'immagine della stella ». La

sera seguente, in condizioni ancora miglicri, egli conclude: « Questi difetti non dovrebbero essere di entità tale da disturbare l'osservazione delle stelle doppie ».

Evidentemente l'osservazione sul cielo conferma i dati di laboratorio elaborati dagli interferogrammi. Il difetto, cui si fa cenno, esisteva probabilmente anche prima della rilavorazione, ma restava soffocato dalla notevole aberrazione sferica.

6. *Conclusioni*

Nel chiudere questo rapporto, M. G. F. desidera ringraziare vivamente il direttore dell'Istituto Nazionale di Ottica prof. T. Arecchi per lo spirito di collaborazione dimostrato durante il lungo periodo di sosta dell'obiettivo nei laboratori dell'Istituto stesso. Ringrazia anche la Ditta S.I.L.O. nella persona del Sig. Pecchioli, per l'impegno messo in un lavoro non molto gratificante e non privo di rischi. Ringrazia infine i tecnici dell'O.A.TO. sigg. De Sanctis, Ferreri e Massone, per il valido aiuto prestato durante l'effettuazione di un gran numero di esperimenti al fine di individuare l'origine e la natura dei difetti riscontrati nell'obiettivo.

Gli Autori infine esprimono la loro soddisfazione per aver ripristinato un pezzo di ottica che fa onore all'industria italiana e darà un valido contributo alla scienza astronomica.

Mario G. Fracastoro,*

*Silvio Guidarelli**, Giuseppe Molesini***

---

* Osservatorio astronomico di Torino

** Istituto Nazionale di Ottica, Firenze

Insolazione e pioggia a Pino Torinese

Anche durante il periodo Novembre 1981-Ottobre 1982 le ore d'insolazione, per un totale di $1737^h,5$, sono state di meno della media degli ultimi anni ($1806^h,1$); tuttavia se ne sono avute 67 in più dell'anno precedente.

I mesi più soleggiati sono stati il Novembre e il Marzo; i meno favoriti quelli fra Luglio e Settembre, come risulta dall'acclusa Tabella.

Nello stesso periodo si sono registrati 81 giorni coperti (13 in meno della media annua), ma soltanto 51 giorni sereni, rispetto a una media annua di 59. Il periodo di cui trattasi è stato comunque leggermente migliore dell'anno precedente, grazie specialmente alla bella stagione che si è goduta nei mesi di Novembre e Dicembre 1981.

Ne dà conferma il rilevamento delle precipitazioni, dal quale risulta che, escludendo l'Ottobre 1982, piovosissimo, si sono avuti a Pino soltanto 320 mm di precipitazioni, un valore estremamente basso, ripartito su 65 giorni (più 11 in Ottobre).

Antonio Di Battista

TABELLA

(*Ore di insolazione e precipitazioni*)

Mese	1981-1982	Valori Medi	Differenza	Pioggia mm.
Novembre 1981	171,8	120,9	+50,9	0,6
Dicembre	110,7	122,9	—12,2	37,0
Gennaio 1982	126,6	115,8	+10,8	5,8
Febbraio	112,4	114,7	— 2,3	62,8
Marzo	165,6	124,5	+41,1	14,2
Aprile	157,4	153,7	+ 3,7	33,6
Maggio	186,0	172,3	+13,7	26,2
Giugno	189,0	193,2	— 4,2	28,8
Luglio	167,7	228,9	—61,2	48,4
Agosto	138,7	184,7	—46,0	19,8
Settembre	96,5	136,9	—40,4	44,4
Ottobre	115,1	137,6	—22,5	200,4
TOTALI	1.737,5	1.806,1	—68,6	522,0

1-XI-61 31-X-82
0
1-10
11-20
21-30
31-40
41-50
51-60
61-70
71-80
> 80

INDICE